

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2004-004043

(43)Date of publication of application : 08.01.2004

(51)Int.Cl.

G01B 11/00  
H04N 5/232  
H04N 7/18

(21)Application number : 2003-111432

(71)Applicant : MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD

(22)Date of filing : 16.04.2003

(72)Inventor : MIWA MICHIO

MATO RYUICHI

SATO MASAKI

MASUDA SATORU

(30)Priority

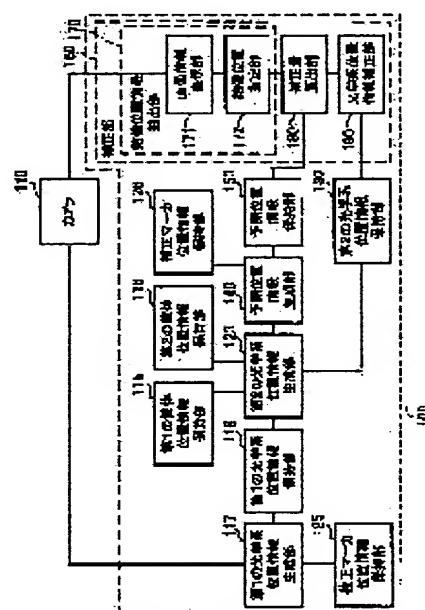
Priority number : 2002119692 Priority date : 22.04.2002 Priority country : JP

## (54) CAMERA CORRECTOR

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a camera corrector for correcting parameters of an optical system for a camera installed on vehicle, or the like.

SOLUTION: This camera corrector is constituted so that it is provided with a first casing position information hold part 115 for holding information on a first casing position, a second casing position information hold part 116 for holding information on a second casing position, a first optical system position information generating part 117 for generating position information on a first optical system, a first optical system position information holding part 118 for holding position information on the first optical system, a second optical system position information generating part 120 for generating position information on a second optical system, a second optical system position information holding part 130 for holding position information on the second optical system, and a correction part 160 for correcting the position information on the second optical system held by the holding part 130 based on image information in a second coordinate system 102 acquired by the camera 110.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

05.04.2006

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

# CAMERA CORRECTOR

Publication number: WO03089874

Publication date: 2003-10-30

Inventor: MIWA MICHIO (JP); MATO RYUICHI (JP); SATO MASAKI (JP); MASUDA SATORU (JP)

Applicant: MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD (JP); MIWA MICHIO (JP); MATO RYUICHI (JP); SATO MASAKI (JP); MASUDA SATORU (JP)

Classification:

- International: G03B15/00; G06T5/00; G06T7/00; G03B15/00; G06T5/00; G06T7/00; (IPC1-7): G01B11/00; G03B15/00; G06T1/00

- european: G03B15/00; G06T5/00G; G06T7/00C

Application number: WO2003JP05033 20030421

Priority number(s): JP20020119692 20020422; JP20030111432 20030416

Also published as:

EP1498689 (A1)  
US2005179801 (A1)  
JP2004004043 (A)  
CN1659418 (A)

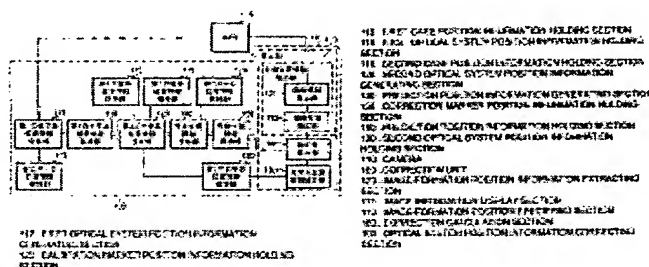
Cited documents:

JP2001116515  
JP2000024973  
JP11239989

Report a data error here

## Abstract of WO03089874

A camera corrector for correcting a parameter of the optical system of a camera provided to a car. The camera corrector (100) comprises a first case position information holding section (115) holding first case position information, a second case position information holding section (116) holding second case position information, a first optical system position information generating section (117) for generating first optical system position information, a first optical system position information holding section (118) holding the first optical system position information, a second optical system position information generating section (120) for generating second optical system position information, a second optical system position information holding section (130) holding the second optical system position information, and a correcting section (160) for correcting the second optical system position information held in the second optical system position information holding section (130) on the basis of the image information on a second coordinate system (102) captured by a camera (110).





## 【特許請求の範囲】

## 【請求項1】

筐体と前記筐体に支持された光学系とを有し前記光学系を介して画像情報を取得する撮像装置の光学系の位置情報を補正するカメラ補正装置であって、

第1の座標系に対する前記筐体の位置を示す第1の筐体位置情報を保持する第1の筐体位置情報保持手段と、

第2の座標系に対する前記筐体の位置を示す第2の筐体位置情報を保持する第2の筐体位置情報保持手段と、

前記撮像装置によって取得された前記第1の座標系における画像情報に基づいて、前記第1の座標系に対する前記光学系の位置を示す第1の光学系位置情報を生成する第1の光学系位置情報生成手段と、

前記第1の光学系位置情報生成手段によって生成された前記第1の光学系位置情報を保持する第1の光学系位置情報保持手段と、

前記第1の筐体位置情報保持手段に保持された前記第1の筐体位置情報および前記第1の光学系位置情報保持手段に保持された前記第1の光学系位置情報に基づいて、前記第2の筐体位置情報保持手段に保持された前記第2の筐体位置情報から、前記第2の座標系に対する前記光学系の位置を示す第2の光学系位置情報を生成する第2の光学系位置情報生成手段と、

前記第2の光学系位置情報生成手段によって生成された前記第2の光学系位置情報を保持する第2の光学系位置情報保持手段と、

前記撮像装置によって取得された前記第2の座標系における画像情報に基づいて、前記第2の光学系位置情報保持手段に保持された前記第2の光学系位置情報を補正する補正手段とを備えたことを特徴とするカメラ補正装置。

## 【請求項2】

筐体と前記筐体に支持された光学系とを有し前記光学系を介して画像情報を取得する撮像装置の光学系の位置情報を補正するカメラ補正装置であって、

所定の座標系に対する前記光学系の位置を示す光学系位置情報を保持する光学系位置情報保持手段と、

前記撮像装置によって取得された前記座標系における画像情報に基づいて、前記光学系位置情報保持手段に保持された前記光学系位置情報を補正する補正手段とを備えたことを特徴とするカメラ補正装置。

## 【請求項3】

筐体と前記筐体に支持された光学系とを有し前記光学系を介して画像情報を取得する撮像装置の光学系の位置情報を補正するカメラ補正装置であって、

校正マークが配置された第1の座標系に対する前記筐体の位置を示す第1の筐体位置情報を保持する第1の筐体位置情報保持手段と、

補正マークが配置された第2の座標系に対する前記筐体の位置を示す第2の筐体位置情報を保持する第2の筐体位置情報保持手段と、

前記撮像装置によって取得された前記校正マークの画像情報に基づいて、前記第1の座標系に対する前記光学系の位置を示す第1の光学系位置情報を生成する第1の光学系位置情報生成手段と、

前記第1の光学系位置情報生成手段によって生成された前記第1の光学系位置情報を保持する第1の光学系位置情報保持手段と、

前記第1の筐体位置情報保持手段に保持された前記第1の筐体位置情報および前記第1の光学系位置情報保持手段に保持された前記第1の光学系位置情報に基づいて、前記第2の筐体位置情報保持手段に保持された前記第2の筐体位置情報から、前記第2の座標系に対する前記光学系の位置を示す第2の光学系位置情報を生成する第2の光学系位置情報生成手段と、

前記第2の光学系位置情報生成手段によって生成された前記第2の光学系位置情報に基づいて、前記撮像装置の画像座標系に対する前記補正マークの予測位置情報を生成する予測

10

20

30

40

50

位置情報生成手段と、  
前記第2の光学系位置情報生成手段によって生成された前記第2の光学系位置情報を保持する第2の光学系位置情報保持手段と、  
前記予測位置情報生成手段によって生成された前記予測位置情報を保持する予測位置情報保持手段と、  
前記撮像装置によって取得された前記補正マーカの画像情報および前記予測位置情報保持手段に保持された前記予測位置情報に基づいて、前記第2の光学系位置情報保持手段に保持された前記第2の光学系位置情報を補正する補正手段とを備えたことを特徴とするカメラ補正装置。

【請求項4】

10

前記補正手段が、  
前記撮像装置によって取得された前記補正マーカの画像情報から、前記撮像装置の画像座標系に対する前記補正マーカの結像位置情報を抽出する結像位置情報抽出手段と、  
前記結像位置情報抽出手段によって抽出された前記結像位置情報および前記予測位置情報保持手段に保持された前記予測位置情報に基づいて、前記第2の光学系位置情報保持手段に保持された前記第2の光学系位置情報の補正量を算出する補正量算出手段と、  
前記補正量算出手段によって算出された前記補正量に基づいて、前記第2の光学系位置情報保持手段に保持された前記第2の光学系位置情報を補正する光学系位置情報補正手段とを有することを特徴とする請求項3記載のカメラ補正装置。

【請求項5】

20

前記補正手段が、前記第2の光学系位置情報の回転成分の誤差だけを補正することを特徴とする請求項4記載のカメラ補正装置。

【請求項6】

前記結像位置情報抽出手段が、  
前記撮像装置によって取得された前記補正マーカの画像情報を表示する画像情報表示手段と、  
前記画像情報表示手段に表示された前記補正マーカの画像情報において前記補正マーカの結像位置を指定し、前記結像位置情報を抽出する結像位置指定手段とを有することを特徴とする請求項4記載のカメラ補正装置。

【請求項7】

30

前記結像位置情報抽出手段が、  
前記撮像装置の画像座標系に対する前記補正マーカの予測範囲情報を保持する予測範囲情報保持手段と、  
前記予測範囲情報保持手段に保持された前記予測範囲情報および前記予測位置情報保持手段に保持された前記予測位置情報に基づいて、前記撮像装置によって取得された前記補正マーカの画像情報から前記補正マーカの結像位置を検索し、前記結像位置情報を抽出する結像位置検索手段とを有することを特徴とする請求項4記載のカメラ補正装置。

【請求項8】

筐体と前記筐体に支持される光学系とを有し前記光学系を介して画像情報を取得する撮像装置の光学系の位置情報を補正するカメラ補正装置であって、  
校正マーカが配置された第1の座標系に対する前記筐体の位置を示す第1の筐体位置情報を保持する第1の筐体位置情報保持手段と、  
第2の座標系に対する前記筐体の位置を示す第2の筐体位置情報を保持する第2の筐体位置情報保持手段と、  
前記撮像装置によって取得された前記校正マーカの画像情報に基づいて、前記第1の座標系に対する前記光学系の位置を示す第1の光学系位置情報を生成する第1の光学系位置情報生成手段と、  
前記第1の光学系位置情報生成手段によって生成された前記第1の光学系位置情報を保持する第1の光学系位置情報保持手段と、  
前記第1の筐体位置情報保持手段に保持された前記第1の筐体位置情報および前記第1の

40

50

光学系位置情報保持手段に保持された前記第 1 の光学系位置情報に基づいて、前記第 2 の筐体位置情報保持手段に保持された前記第 2 の筐体位置情報から、前記第 2 の座標系に対する前記光学系の位置を示す第 2 の光学系位置情報を生成する第 2 の光学系位置情報生成手段と、

前記第 2 の光学系位置情報生成手段によって生成された前記第 2 の光学系位置情報を保持する第 2 の光学系位置情報保持手段と、

前記撮像装置によって取得された前記第 2 の座標系における画像情報に含まれる動きベクトルに基づいて、前記第 2 の光学系位置情報保持手段に保持された前記第 2 の光学系位置情報を補正する補正手段とを備えたことを特徴とするカメラ補正装置。

【請求項 9】

前記補正手段が、

前記撮像装置によって取得された前記第 2 の座標系における画像情報から平面投影画像を生成する平面投影画像生成手段と、

前記平面投影画像生成手段によって生成された前記平面投影画像を複数の画像領域に分割する平面投影画像分割手段と、

前記平面投影画像分割手段によって分割された複数の前記画像領域から動きベクトルを抽出する動きベクトル抽出手段と、

前記動きベクトル抽出手段によって抽出された前記動きベクトルに基づいて、前記第 2 の光学系位置情報保持手段に保持された前記第 2 の光学系位置情報の補正量を算出する補正量算出手段と、

前記補正量算出手段によって算出された前記補正量に基づいて、前記第 2 の光学系位置情報保持手段に保持された前記第 2 の光学系位置情報を補正する光学系位置情報補正手段とを有することを特徴とする請求項 8 記載のカメラ補正装置。

【請求項 10】

前記第 2 の座標系に設けられた分割マーカが、前記第 2 の筐体位置情報保持手段に保持された前記第 2 の筐体位置情報に含まれる前記筐体の位置に対して一定の位置関係を保つように配置され、

前記平面投影画像分割手段が、前記撮像装置によって取得された前記分割マーカの画像情報に基づいて、前記平面投影画像を複数の画像領域に分割することを特徴とする請求項 9 記載のカメラ補正装置。

【請求項 11】

筐体と前記筐体に支持された光学系とを有し前記光学系を介して画像情報を取得する撮像装置の光学系の位置情報を補正するカメラ補正装置であって、

校正マーカが配置された第 1 の座標系に対する前記筐体の位置を示す第 1 の筐体位置情報を保持する第 1 の筐体位置情報保持手段と、

車両が配置された第 2 の座標系に対する前記筐体の位置を示す第 2 の筐体位置情報を保持する第 2 の筐体位置情報保持手段と、

前記撮像装置によって取得された前記校正マーカの画像情報に基づいて、前記第 1 の座標系に対する前記光学系の位置を示す第 1 の光学系位置情報を生成する第 1 の光学系位置情報生成手段と、

前記第 1 の光学系位置情報生成手段によって生成された前記第 1 の光学系位置情報を保持する第 1 の光学系位置情報保持手段と、

前記第 1 の筐体位置情報保持手段に保持された前記第 1 の筐体位置情報および前記第 1 の光学系位置情報保持手段に保持された前記第 1 の光学系位置情報に基づいて、前記第 2 の筐体位置情報保持手段に保持された前記第 2 の筐体位置情報から、前記第 2 の座標系に対する前記光学系の位置を示す第 2 の光学系位置情報を生成する第 2 の光学系位置情報生成手段と、

前記第 2 の光学系位置情報生成手段によって生成された前記第 2 の光学系位置情報に基づいて、前記撮像装置の画像座標系に対する前記車両の予測位置情報を生成する予測位置情報生成手段と、

前記第2の光学系位置情報生成手段によって生成された前記第2の光学系位置情報を保持する第2の光学系位置情報保持手段と、  
前記予測位置情報生成手段によって生成された前記予測位置情報を保持する予測位置情報保持手段と、  
前記撮像装置によって取得された前記車両の画像情報および前記予測位置情報保持手段に保持された前記予測位置情報に基づいて、前記第2の光学系位置情報保持手段に保持された前記第2の光学系位置情報を補正する補正手段とを備えたことを特徴とするカメラ補正装置。

【請求項12】

前記補正手段が、  
前記撮像装置によって取得された前記車両の画像情報から、前記撮像装置の画像座標系に対する前記車両の結像位置情報を抽出する結像位置情報抽出手段と、  
前記結像位置情報抽出手段によって抽出された前記結像位置情報および前記予測位置情報保持手段に保持された前記予測位置情報に基づいて、前記第2の光学系位置情報保持手段に保持された前記第2の光学系位置情報の補正量を算出する補正量算出手段と、  
前記補正量算出手段によって算出された前記補正量に基づいて、前記第2の光学系位置情報保持手段に保持された前記第2の光学系位置情報を補正する光学系位置情報補正手段とを有することを特徴とする請求項11記載のカメラ補正装置。

【請求項13】

前記補正量算出手段が、  
前記結像位置情報に含まれる前記車両の輪郭線と前記予測位置情報に含まれる前記車両の輪郭線とを重ね合わせるマッチング手段と、  
前記マッチング手段によって重ね合わされた前記車両の輪郭線から複数の点を抽出する抽出手段と、  
前記結像位置情報に含まれる前記点と前記予測位置情報に含まれる前記点とを比較することにより前記第2の光学系位置情報の補正量を算出する演算手段とを有することを特徴とする請求項12記載のカメラ補正装置。

【請求項14】

前記撮像装置が車両に取り付けられることを特徴とする請求項1から請求項13までの何れかに記載のカメラ補正装置。

【請求項15】

請求項1から請求項14までの何れかに記載のカメラ補正装置を備えたことを特徴とする撮像装置。

【請求項16】

請求項1から請求項14までの何れかに記載のカメラ補正装置を備えたことを特徴とする撮像制御装置。

【請求項17】

筐体と前記筐体に支持された光学系とを有し前記光学系を介して画像情報を取得する撮像装置の光学系の位置情報を補正するカメラ補正方法であって、  
第1の座標系に対する前記筐体の位置を示す第1の筐体位置情報を保持する第1の筐体位置情報保持ステップと、  
第2の座標系に対する前記筐体の位置を示す第2の筐体位置情報を保持する第2の筐体位置情報保持ステップと、  
前記撮像装置によって取得された前記第1の座標系における画像情報に基づいて、前記第1の座標系に対する前記光学系の位置を示す第1の光学系位置情報を生成する第1の光学系位置情報生成ステップと、  
前記第1の光学系位置情報生成ステップで生成された前記第1の光学系位置情報を保持する第1の光学系位置情報保持ステップと、  
前記第1の筐体位置情報保持ステップで保持された前記第1の筐体位置情報および前記第1の光学系位置情報保持ステップで保持された前記第1の光学系位置情報に基づいて、前



記第2の筐体位置情報保持ステップで保持された前記第2の筐体位置情報から、前記第2の座標系に対する前記光学系の位置を示す第2の光学系位置情報を生成する第2の光学系位置情報生成ステップと、  
前記第2の光学系位置情報生成ステップで生成された前記第2の光学系位置情報を保持する第2の光学系位置情報保持ステップと、  
前記撮像装置によって取得された前記第2の座標系における画像情報に基づいて、前記第2の光学系位置情報保持ステップで保持された前記第2の光学系位置情報を補正する補正ステップとを備えたことを特徴とするカメラ補正方法。

【請求項18】

筐体と前記筐体に支持された光学系とを有し前記光学系を介して画像情報を取得する撮像装置の光学系の位置情報を補正するカメラ補正方法であって、  
所定の座標系に対する前記光学系の位置を示す光学系位置情報を保持する光学系位置情報保持ステップと、  
前記撮像装置によって取得された前記座標系における画像情報に基づいて、前記光学系位置情報保持ステップで保持された前記光学系位置情報を補正する補正ステップとを備えたことを特徴とするカメラ補正方法。

【請求項19】

筐体と前記筐体に支持された光学系とを有し前記光学系を介して画像情報を取得する撮像装置の光学系の位置情報を補正するカメラ補正方法であって、  
校正マークが配置された第1の座標系に対する前記筐体の位置を示す第1の筐体位置情報を保持する第1の筐体位置情報保持ステップと、  
補正マークが配置された第2の座標系に対する前記筐体の位置を示す第2の筐体位置情報を保持する第2の筐体位置情報保持ステップと、  
前記撮像装置によって取得された前記校正マークの画像情報に基づいて、前記第1の座標系に対する前記光学系の位置を示す第1の光学系位置情報を生成する第1の光学系位置情報生成ステップと、  
前記第1の光学系位置情報生成ステップで生成された前記第1の光学系位置情報を保持する第1の光学系位置情報保持ステップと、  
前記第1の筐体位置情報保持ステップで保持された前記第1の筐体位置情報および前記第1の光学系位置情報保持ステップで保持された前記第1の光学系位置情報に基づいて、前記第2の筐体位置情報保持ステップで保持された前記第2の筐体位置情報から、前記第2の座標系に対する前記光学系の位置を示す第2の光学系位置情報を生成する第2の光学系位置情報生成ステップと、  
前記第2の光学系位置情報生成ステップで生成された前記第2の光学系位置情報に基づいて、前記撮像装置の画像座標系に対する前記補正マークの予測位置情報を生成する予測位置情報生成ステップと、  
前記第2の光学系位置情報生成ステップで生成された前記第2の光学系位置情報を保持する第2の光学系位置情報保持ステップと、  
前記予測位置情報生成ステップで生成された前記予測位置情報を保持する予測位置情報保持ステップと、  
前記撮像装置によって取得された前記補正マークの画像情報および前記予測位置情報保持ステップで保持された前記予測位置情報に基づいて、前記第2の光学系位置情報保持ステップで保持された前記第2の光学系位置情報を補正する補正ステップとを備えたことを特徴とするカメラ補正方法。

【請求項20】

筐体と前記筐体に支持される光学系とを有し前記光学系を介して画像情報を取得する撮像装置の光学系の位置情報を補正するカメラ補正方法であって、  
校正マークが配置された第1の座標系に対する前記筐体の位置を示す第1の筐体位置情報を保持する第1の筐体位置情報保持ステップと、  
第2の座標系に対する前記筐体の位置を示す第2の筐体位置情報を保持する第2の筐体位

10

20

30

40

50

置情報保持ステップと、  
前記撮像装置によって取得された前記校正マーカの画像情報に基づいて、前記第1の座標系に対する前記光学系の位置を示す第1の光学系位置情報を生成する第1の光学系位置情報生成ステップと、  
前記第1の光学系位置情報生成ステップで生成された前記第1の光学系位置情報を保持する第1の光学系位置情報保持ステップと、  
前記第1の筐体位置情報保持ステップで保持された前記第1の筐体位置情報および前記第1の光学系位置情報保持ステップで保持された前記第1の光学系位置情報に基づいて、前記第2の筐体位置情報保持ステップで保持された前記第2の筐体位置情報から、前記第2の座標系に対する前記光学系の位置を示す第2の光学系位置情報を生成する第2の光学系位置情報生成ステップと、  
前記第2の光学系位置情報生成ステップで生成された前記第2の光学系位置情報を保持する第2の光学系位置情報保持ステップと、  
前記撮像装置によって取得された前記第2の座標系における画像情報に含まれる動きベクトルに基づいて、前記第2の光学系位置情報保持ステップで保持された前記第2の光学系位置情報を補正する補正ステップとを備えたことを特徴とするカメラ補正方法。

10

【請求項21】

筐体と前記筐体に支持された光学系とを有し前記光学系を介して画像情報を取得する撮像装置の光学系の位置情報を補正するカメラ補正方法であって、  
校正マーカが配置された第1の座標系に対する前記筐体の位置を示す第1の筐体位置情報を保持する第1の筐体位置情報保持ステップと、  
車両が配置された第2の座標系に対する前記筐体の位置を示す第2の筐体位置情報を保持する第2の筐体位置情報保持ステップと、  
前記撮像装置によって取得された前記校正マーカの画像情報に基づいて、前記第1の座標系に対する前記光学系の位置を示す第1の光学系位置情報を生成する第1の光学系位置情報生成ステップと、  
前記第1の光学系位置情報生成ステップで生成された前記第1の光学系位置情報を保持する第1の光学系位置情報保持ステップと、  
前記第1の筐体位置情報保持ステップで保持された前記第1の筐体位置情報および前記第1の光学系位置情報保持ステップで保持された前記第1の光学系位置情報に基づいて、前記第2の筐体位置情報保持ステップで保持された前記第2の筐体位置情報から、前記第2の座標系に対する前記光学系の位置を示す第2の光学系位置情報を生成する第2の光学系位置情報生成ステップと、  
前記第2の光学系位置情報生成ステップで生成された前記第2の光学系位置情報に基づいて、前記撮像装置の画像座標系に対する前記車両の予測位置情報を生成する予測位置情報生成ステップと、  
前記第2の光学系位置情報生成ステップで生成された前記第2の光学系位置情報を保持する第2の光学系位置情報保持ステップと、  
前記予測位置情報生成ステップで生成された前記予測位置情報を保持する予測位置情報保持ステップと、  
前記撮像装置によって取得された前記車両の画像情報および前記予測位置情報保持ステップで保持された前記予測位置情報に基づいて、前記第2の光学系位置情報保持ステップで保持された前記第2の光学系位置情報を補正する補正ステップとを備えたことを特徴とするカメラ補正方法。

20

30

40

【請求項22】

前記撮像装置が車両に取り付けられることを特徴とする請求項17から請求項21までの何れかに記載のカメラ補正方法。

【請求項23】

筐体と前記筐体に支持された光学系とを有し前記光学系を介して画像情報を取得する撮像装置の光学系の位置情報を補正するカメラ補正プログラムであって、

50

第 1 の座標系に対する前記筐体の位置を示す第 1 の筐体位置情報を保持する第 1 の筐体位置情報保持ステップと、  
第 2 の座標系に対する前記筐体の位置を示す第 2 の筐体位置情報を保持する第 2 の筐体位置情報保持ステップと、  
前記撮像装置によって取得された前記第 1 の座標系における画像情報に基づいて、前記第 1 の座標系に対する前記光学系の位置を示す第 1 の光学系位置情報を生成する第 1 の光学系位置情報生成ステップと、  
前記第 1 の光学系位置情報生成ステップで生成された前記第 1 の光学系位置情報を保持する第 1 の光学系位置情報保持ステップと、  
前記第 1 の筐体位置情報保持ステップで保持された前記第 1 の筐体位置情報および前記第 1 の光学系位置情報保持ステップで保持された前記第 1 の光学系位置情報に基づいて、前記第 2 の筐体位置情報保持ステップで保持された前記第 2 の筐体位置情報から、前記第 2 の座標系に対する前記光学系の位置を示す第 2 の光学系位置情報を生成する第 2 の光学系位置情報生成ステップと、  
前記第 2 の光学系位置情報生成ステップで生成された前記第 2 の光学系位置情報を保持する第 2 の光学系位置情報保持ステップと、  
前記撮像装置によって取得された前記第 2 の座標系における画像情報に基づいて、前記第 2 の光学系位置情報保持ステップで保持された前記第 2 の光学系位置情報を補正する補正ステップとをコンピュータに実行させることを特徴とするカメラ補正プログラム。

10

## 【請求項 24】

20

筐体と前記筐体に支持された光学系とを有し前記光学系を介して画像情報を取得する撮像装置の光学系の位置情報を補正するカメラ補正プログラムであって、  
所定の座標系に対する前記光学系の位置を示す光学系位置情報を保持する光学系位置情報保持ステップと、  
前記撮像装置によって取得された前記座標系における画像情報に基づいて、前記光学系位置情報保持ステップで保持された前記光学系位置情報を補正する補正ステップとをコンピュータに実行させることを特徴とするカメラ補正プログラム。

## 【請求項 25】

筐体と前記筐体に支持された光学系とを有し前記光学系を介して画像情報を取得する撮像装置の光学系の位置情報を補正するカメラ補正プログラムであって、  
校正マークが配置された第 1 の座標系に対する前記筐体の位置を示す第 1 の筐体位置情報を保持する第 1 の筐体位置情報保持ステップと、  
補正マークが配置された第 2 の座標系に対する前記筐体の位置を示す第 2 の筐体位置情報を保持する第 2 の筐体位置情報保持ステップと、  
前記撮像装置によって取得された前記校正マークの画像情報に基づいて、前記第 1 の座標系に対する前記光学系の位置を示す第 1 の光学系位置情報を生成する第 1 の光学系位置情報生成ステップと、  
前記第 1 の光学系位置情報生成ステップで生成された前記第 1 の光学系位置情報を保持する第 1 の光学系位置情報保持ステップと、  
前記第 1 の筐体位置情報保持ステップで保持された前記第 1 の筐体位置情報および前記第 1 の光学系位置情報保持ステップで保持された前記第 1 の光学系位置情報に基づいて、前記第 2 の筐体位置情報保持ステップで保持された前記第 2 の筐体位置情報から、前記第 2 の座標系に対する前記光学系の位置を示す第 2 の光学系位置情報を生成する第 2 の光学系位置情報生成ステップと、  
前記第 2 の光学系位置情報生成ステップで生成された前記第 2 の光学系位置情報に基づいて、前記撮像装置の画像座標系に対する前記補正マークの予測位置情報を生成する予測位置情報生成ステップと、  
前記第 2 の光学系位置情報生成ステップで生成された前記第 2 の光学系位置情報を保持する第 2 の光学系位置情報保持ステップと、  
前記予測位置情報生成ステップで生成された前記予測位置情報を保持する予測位置情報保

30

40

50

持ステップと、

前記撮像装置によって取得された前記補正マーカの画像情報および前記予測位置情報保持ステップで保持された前記予測位置情報に基づいて、前記第2の光学系位置情報保持ステップで保持された前記第2の光学系位置情報を補正する補正ステップとをコンピュータに実行させることを特徴とするカメラ補正プログラム。

【請求項26】

筐体と前記筐体に支持される光学系とを有し前記光学系を介して画像情報を取得する撮像装置の光学系の位置情報を補正するカメラ補正プログラムであって、

校正マーカが配置された第1の座標系に対する前記筐体の位置を示す第1の筐体位置情報を保持する第1の筐体位置情報保持ステップと、

第2の座標系に対する前記筐体の位置を示す第2の筐体位置情報を保持する第2の筐体位置情報保持ステップと、

前記撮像装置によって取得された前記校正マーカの画像情報に基づいて、前記第1の座標系に対する前記光学系の位置を示す第1の光学系位置情報を生成する第1の光学系位置情報生成ステップと、

前記第1の光学系位置情報生成ステップで生成された前記第1の光学系位置情報を保持する第1の光学系位置情報保持ステップと、

前記第1の筐体位置情報保持ステップで保持された前記第1の筐体位置情報および前記第1の光学系位置情報保持ステップで保持された前記第1の光学系位置情報に基づいて、前記第2の筐体位置情報保持ステップで保持された前記第2の筐体位置情報から、前記第2の座標系に対する前記光学系の位置を示す第2の光学系位置情報を生成する第2の光学系位置情報生成ステップと、

前記第2の光学系位置情報生成ステップで生成された前記第2の光学系位置情報を保持する第2の光学系位置情報保持ステップと、

前記撮像装置によって取得された前記第2の座標系における画像情報に含まれる動きベクトルに基づいて、前記第2の光学系位置情報保持ステップで保持された前記第2の光学系位置情報を補正する補正ステップとをコンピュータに実行させることを特徴とするカメラ補正プログラム。

【請求項27】

筐体と前記筐体に支持された光学系とを有し前記光学系を介して画像情報を取得する撮像装置の光学系の位置情報を補正するカメラ補正プログラムであって、

校正マーカが配置された第1の座標系に対する前記筐体の位置を示す第1の筐体位置情報を保持する第1の筐体位置情報保持ステップと、

車両が配置された第2の座標系に対する前記筐体の位置を示す第2の筐体位置情報を保持する第2の筐体位置情報保持ステップと、

前記撮像装置によって取得された前記校正マーカの画像情報に基づいて、前記第1の座標系に対する前記光学系の位置を示す第1の光学系位置情報を生成する第1の光学系位置情報生成ステップと、

前記第1の光学系位置情報生成ステップで生成された前記第1の光学系位置情報を保持する第1の光学系位置情報保持ステップと、

前記第1の筐体位置情報保持ステップで保持された前記第1の筐体位置情報および前記第1の光学系位置情報保持ステップで保持された前記第1の光学系位置情報に基づいて、前記第2の筐体位置情報保持ステップで保持された前記第2の筐体位置情報から、前記第2の座標系に対する前記光学系の位置を示す第2の光学系位置情報を生成する第2の光学系位置情報生成ステップと、

前記第2の光学系位置情報生成ステップで生成された前記第2の光学系位置情報に基づいて、前記撮像装置の画像座標系に対する前記車両の予測位置情報を生成する予測位置情報生成ステップと、

前記第2の光学系位置情報生成ステップで生成された前記第2の光学系位置情報を保持する第2の光学系位置情報保持ステップと、

前記予測位置情報生成ステップで生成された前記予測位置情報を保持する予測位置情報保持ステップと、

前記撮像装置によって取得された前記車両の画像情報および前記予測位置情報保持ステップで保持された前記予測位置情報に基づいて、前記第2の光学系位置情報保持ステップで保持された前記第2の光学系位置情報を補正する補正ステップとをコンピュータに実行させることを特徴とするカメラ補正プログラム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、カメラ補正装置に関し、特に、車両などに設置されるカメラの校正を行うカメラ補正装置に関する。 10

【0002】

【従来の技術】

従来、車両の外部に設置されたカメラに接続され、カメラによって取得された画像情報に基づいて、車両の周辺、特に、路面上の対象物の位置を検出するECU(Electronic Control Unit)などの撮像制御装置が普及している。この種の撮像制御装置に対してカメラを組み合わせる過程においては、カメラ個々の光学系のパラメータを特定するために、一般に「校正」と呼ばれる作業が行われている。

【0003】

上述したカメラの校正を行うカメラ校正装置としては、カメラが車両に設置される前にカメラの校正を行うものと、カメラが車両に設置された後にカメラの校正を行うものとが知られており、特に、カメラを車両に設置する際に行われる作業を簡略化するという観点から、カメラが車両に設置される前にカメラの校正を行うカメラ校正装置の需要が高まっている。 20

【0004】

このような従来のカメラ校正装置500は、図39から図41に示すように、撮像装置としてのカメラ510に接続されるようになっている。カメラ510は、筐体511と筐体511に支持された光学系512とを有しており、光学系512を介して画像情報を取得するようになっている。

【0005】

カメラ校正装置500は、カメラ生産工場に構成された第1の座標系501に対する筐体511の位置を示す第1の筐体位置情報を保持する第1の筐体位置情報保持部515と、車両生産工場に構成された第2の座標系502に対する筐体511の位置を示す第2の筐体位置情報を保持する第2の筐体位置情報保持部516とを備えている。 30

【0006】

カメラ校正装置500は、カメラ生産工場においてカメラ510の校正を行うようになっており、第1の座標系501には、カメラ510の校正を行うための校正マーカ505が配置されている。ここで、カメラ510の校正とは、筐体511が車両508に対して設計によって決められた位置に設置された場合の光学系512の位置を算出する動作である。 40

【0007】

また、カメラ校正装置500は、第1の座標系501に対する光学系512の位置を示す第1の光学系位置情報を生成する第1の光学系位置情報生成部517と、第1の光学系位置情報生成部517によって生成された第1の光学系位置情報を保持する第1の光学系位置情報保持部518とを備えている。第1の光学系位置情報生成部517は、カメラ510によって取得された校正マーカ505の画像情報に基づいて、第1の座標系501に対する光学系512の位置を算出するようになっている。

【0008】

また、カメラ校正装置500は、第2の座標系502に対する光学系512の位置を示す第2の光学系位置情報を生成する第2の光学系位置情報生成部520と、第2の光学系位 50

置情報生成部 520 によって生成された第 2 の光学系位置情報を保持する第 2 の光学系位置情報保持部 530 とを備えている。

【0009】

第 2 の光学系位置情報生成部 520 は、第 1 の筐体位置情報保持部 515 に保持された第 1 の筐体位置情報および第 1 の光学系位置情報保持部 518 に保持された第 1 の光学系位置情報に基づいて、第 2 の筐体位置情報保持部 516 に保持された第 2 の筐体位置情報から、第 2 の座標系 502 に対する光学系 512 の位置を算出するようになっている。

【0010】

このように構成されたカメラ校正装置 500 は、第 2 の座標系 502 に対する光学系 512 の位置を算出することにより、カメラ生産工場においてカメラ 510 の校正を行うようになっている。そして、第 2 の光学系位置情報保持部 530 に保持された第 2 の光学系位置情報に基づいて、車両 508 に設置されたカメラ 510 によって取得された画像情報から、撮像制御装置で路面上の対象物の位置を検出するようにしている。

【0011】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、上記従来のカメラ校正装置においては、第 2 の光学系位置情報保持部に保持された第 2 の光学系位置情報を補正することができないため、筐体が車両に対して正確な位置に設置された場合に、撮像制御装置に路面上の対象物の位置を正確に検出させることができないという問題があった。

【0012】

本発明は、このような問題を解決するため、車両などに設置されたカメラの光学系のパラメータを補正することができるカメラ補正装置を提供するものである。

【0013】

【課題を解決するための手段】

上記の課題を解決するために、本発明のカメラ補正装置は、筐体と前記筐体に支持された光学系とを有し前記光学系を介して画像情報を取得する撮像装置の光学系の位置情報を補正するカメラ補正装置であって、第 1 の座標系に対する前記筐体の位置を示す第 1 の筐体位置情報を保持する第 1 の筐体位置情報保持手段と、第 2 の座標系に対する前記筐体の位置を示す第 2 の筐体位置情報を保持する第 2 の筐体位置情報保持手段と、前記撮像装置によって取得された前記第 1 の座標系における画像情報に基づいて、前記第 1 の座標系に対する前記光学系の位置を示す第 1 の光学系位置情報を生成する第 1 の光学系位置情報生成手段と、前記第 1 の光学系位置情報生成手段によって生成された前記第 1 の光学系位置情報を保持する第 1 の光学系位置情報保持手段と、前記第 1 の筐体位置情報保持手段に保持された前記第 1 の筐体位置情報および前記第 1 の光学系位置情報保持手段に保持された前記第 1 の光学系位置情報に基づいて、前記第 2 の筐体位置情報保持手段に保持された前記第 2 の筐体位置情報から、前記第 2 の座標系に対する前記光学系の位置を示す第 2 の光学系位置情報を生成する第 2 の光学系位置情報生成手段と、前記第 2 の光学系位置情報生成手段によって生成された前記第 2 の光学系位置情報を保持する第 2 の光学系位置情報保持手段と、前記撮像装置によって取得された前記第 2 の座標系における画像情報に基づいて、前記第 2 の光学系位置情報保持手段に保持された前記第 2 の光学系位置情報を補正する補正手段とを備えたことを特徴とする構成を有している。

【0014】

この構成により、本発明のカメラ補正装置は、車両などに設置されたカメラの光学系のパラメータを補正することができる。

【0015】

また、本発明のカメラ補正装置は、筐体と前記筐体に支持された光学系とを有し前記光学系を介して画像情報を取得する撮像装置の光学系の位置情報を補正するカメラ補正装置であって、所定の座標系に対する前記光学系の位置を示す光学系位置情報を保持する光学系位置情報保持手段と、前記撮像装置によって取得された前記座標系における画像情報に基づいて、前記光学系位置情報保持手段に保持された前記光学系位置情報を補正する補正手

段とを備えたことを特徴とする構成を有している。

【0016】

この構成により、本発明のカメラ補正装置は、車両などに設置されたカメラの光学系のパラメータを補正することができる。

【0017】

また、本発明のカメラ補正装置は、筐体と前記筐体に支持された光学系とを有し前記光学系を介して画像情報を取得する撮像装置の光学系の位置情報を補正するカメラ補正装置であって、校正マーカが配置された第1の座標系に対する前記筐体の位置を示す第1の筐体位置情報を保持する第1の筐体位置情報保持手段と、補正マーカが配置された第2の座標系に対する前記筐体の位置を示す第2の筐体位置情報を保持する第2の筐体位置情報保持手段と、前記撮像装置によって取得された前記校正マーカの画像情報に基づいて、前記第1の座標系に対する前記光学系の位置を示す第1の光学系位置情報を生成する第1の光学系位置情報生成手段と、前記第1の光学系位置情報生成手段によって生成された前記第1の光学系位置情報を保持する第1の光学系位置情報保持手段と、前記第1の筐体位置情報保持手段に保持された前記第1の筐体位置情報および前記第1の光学系位置情報保持手段に保持された前記第1の光学系位置情報に基づいて、前記第2の筐体位置情報保持手段に保持された前記第2の筐体位置情報から、前記第2の座標系に対する前記光学系の位置を示す第2の光学系位置情報を生成する第2の光学系位置情報生成手段と、前記第2の光学系位置情報生成手段によって生成された前記第2の光学系位置情報に基づいて、前記撮像装置の画像座標系に対する前記補正マーカの予測位置情報を生成する予測位置情報生成手段と、前記第2の光学系位置情報生成手段によって生成された前記第2の光学系位置情報を保持する第2の光学系位置情報保持手段と、前記予測位置情報生成手段によって生成された前記予測位置情報を保持する予測位置情報保持手段と、前記撮像装置によって取得された前記補正マーカの画像情報および前記予測位置情報保持手段に保持された前記予測位置情報に基づいて、前記第2の光学系位置情報保持手段に保持された前記第2の光学系位置情報を補正する補正手段とを備えたことを特徴とする構成を有している。

【0018】

この構成により、本発明のカメラ補正装置は、簡単な補正マーカを利用して第2の光学系位置情報を補正することができる。

【0019】

また、本発明のカメラ補正装置は、前記補正手段が、前記撮像装置によって取得された前記補正マーカの画像情報から、前記撮像装置の画像座標系に対する前記補正マーカの結像位置情報を抽出する結像位置情報抽出手段と、前記結像位置情報抽出手段によって抽出された前記結像位置情報および前記予測位置情報保持手段に保持された前記予測位置情報に基づいて、前記第2の光学系位置情報保持手段に保持された前記第2の光学系位置情報の補正量を算出する補正量算出手段と、前記補正量算出手段によって算出された前記補正量に基づいて、前記第2の光学系位置情報保持手段に保持された前記第2の光学系位置情報を補正する光学系位置情報補正手段とを有することを特徴とする構成を有している。

【0020】

この構成により、本発明のカメラ補正装置は、簡単な補正マーカを利用して第2の光学系位置情報の補正量を算出することができる。

【0021】

また、本発明のカメラ補正装置は、前記補正手段が、前記第2の光学系位置情報の回転成分の誤差だけを補正することを特徴とする構成を有している。

【0022】

この構成により、本発明のカメラ補正装置は、前記第2の光学系位置情報の平行移動成分の誤差を無視することができ、簡単な補正マーカを利用して第2の光学系位置情報を補正することができる。

【0023】

また、本発明のカメラ補正装置は、前記結像位置情報抽出手段が、前記撮像装置によって



取得された前記補正マーカの画像情報を表示する画像情報表示手段と、前記画像情報表示手段に表示された前記補正マーカの画像情報において前記補正マーカの結像位置を指定し、前記結像位置情報を抽出する結像位置指定手段とを有することを特徴とする構成を有している。

【0024】

この構成により、本発明のカメラ補正装置は、補正マーカの結像位置を指定することができ、補正マーカの結像位置情報を確実に抽出することができる。

【0025】

また、本発明のカメラ補正装置は、前記結像位置情報抽出手段が、前記撮像装置の画像座標系に対する前記補正マーカの予測範囲情報を保持する予測範囲情報保持手段と、前記予測範囲情報保持手段に保持された前記予測範囲情報および前記予測位置情報保持手段に保持された前記予測位置情報に基づいて、前記撮像装置によって取得された前記補正マーカの画像情報から前記補正マーカの結像位置を検索し、前記結像位置情報を抽出する結像位置検索手段とを有することを特徴とする構成を有している。

【0026】

この構成により、本発明のカメラ補正装置は、補正マーカの結像位置を検索することができ、補正マーカの結像位置情報を容易に抽出することができる。

【0027】

また、本発明のカメラ補正装置は、筐体と前記筐体に支持される光学系とを有し前記光学系を介して画像情報を取得する撮像装置の光学系の位置情報を補正するカメラ補正装置であって、校正マーカが配置された第1の座標系に対する前記筐体の位置を示す第1の筐体位置情報を保持する第1の筐体位置情報保持手段と、第2の座標系に対する前記筐体の位置を示す第2の筐体位置情報を保持する第2の筐体位置情報保持手段と、前記撮像装置によって取得された前記校正マーカの画像情報に基づいて、前記第1の座標系に対する前記光学系の位置を示す第1の光学系位置情報を生成する第1の光学系位置情報生成手段と、前記第1の光学系位置情報生成手段によって生成された前記第1の光学系位置情報を保持する第1の光学系位置情報保持手段と、前記第1の筐体位置情報保持手段に保持された前記第1の筐体位置情報および前記第1の光学系位置情報保持手段に保持された前記第1の光学系位置情報に基づいて、前記第2の筐体位置情報保持手段に保持された前記第2の筐体位置情報から、前記第2の座標系に対する前記光学系の位置を示す第2の光学系位置情報を生成する第2の光学系位置情報生成手段と、前記第2の光学系位置情報生成手段によって生成された前記第2の光学系位置情報を保持する第2の光学系位置情報保持手段と、前記撮像装置によって取得された前記第2の座標系における画像情報に含まれる動きベクトルに基づいて、前記第2の光学系位置情報保持手段に保持された前記第2の光学系位置情報を補正する補正手段とを備えたことを特徴とする構成を有している。

【0028】

この構成により、本発明のカメラ補正装置は、動きベクトルを利用して第2の光学系位置情報を補正することができる。

【0029】

また、本発明のカメラ補正装置は、前記補正手段が、前記撮像装置によって取得された前記第2の座標系における画像情報から平面投影画像を生成する平面投影画像生成手段と、前記平面投影画像生成手段によって生成された前記平面投影画像を複数の画像領域に分割する平面投影画像分割手段と、前記平面投影画像分割手段によって分割された複数の前記画像領域から動きベクトルを抽出する動きベクトル抽出手段と、前記動きベクトル抽出手段によって抽出された前記動きベクトルに基づいて、前記第2の光学系位置情報保持手段に保持された前記第2の光学系位置情報の補正量を算出する補正量算出手段と、前記補正量算出手段によって算出された前記補正量に基づいて、前記第2の光学系位置情報保持手段に保持された前記第2の光学系位置情報を補正する光学系位置情報補正手段とを有することを特徴とする構成を有している。

【0030】



この構成により、本発明のカメラ補正装置は、複数の画像領域における動きベクトルを容易に抽出することができる。

【0031】

また、本発明のカメラ補正装置は、前記第2の座標系に設けられた分割マーカが、前記第2の筐体位置情報保持手段に保持された前記第2の筐体位置情報に含まれる前記筐体の位置に対して一定の位置関係を保つように配置され、前記平面投影画像分割手段が、前記撮像装置によって取得された前記分割マーカの画像情報に基づいて、前記平面投影画像を複数の画像領域に分割することを特徴とする構成を有している。

【0032】

この構成により、本発明のカメラ補正装置は、分割マーカを利用して平面投影画像を正確に分割することができる。 10

【0033】

また、本発明のカメラ補正装置は、筐体と前記筐体に支持された光学系とを有し前記光学系を介して画像情報を取得する撮像装置の光学系の位置情報を補正するカメラ補正装置であって、校正マーカが配置された第1の座標系に対する前記筐体の位置を示す第1の筐体位置情報を保持する第1の筐体位置情報保持手段と、車両が配置された第2の座標系に対する前記筐体の位置を示す第2の筐体位置情報を保持する第2の筐体位置情報保持手段と、前記撮像装置によって取得された前記校正マーカの画像情報に基づいて、前記第1の座標系に対する前記光学系の位置を示す第1の光学系位置情報を生成する第1の光学系位置情報生成手段と、前記第1の光学系位置情報生成手段によって生成された前記第1の光学系位置情報を保持する第1の光学系位置情報保持手段と、前記第1の筐体位置情報保持手段に保持された前記第1の筐体位置情報および前記第1の光学系位置情報保持手段に保持された前記第1の光学系位置情報に基づいて、前記第2の筐体位置情報保持手段に保持された前記第2の筐体位置情報から、前記第2の座標系に対する前記光学系の位置を示す第2の光学系位置情報を生成する第2の光学系位置情報生成手段と、前記第2の光学系位置情報生成手段によって生成された前記第2の光学系位置情報に基づいて、前記撮像装置の画像座標系に対する前記車両の予測位置情報を生成する予測位置情報生成手段と、前記第2の光学系位置情報生成手段によって生成された前記第2の光学系位置情報を保持する第2の光学系位置情報保持手段と、前記予測位置情報生成手段によって生成された前記予測位置情報を保持する予測位置情報保持手段と、前記撮像装置によって取得された前記車両の画像情報および前記予測位置情報保持手段に保持された前記予測位置情報に基づいて、前記第2の光学系位置情報保持手段に保持された前記第2の光学系位置情報を補正する補正手段とを備えたことを特徴とする構成を有している。 20 30

【0034】

この構成により、本発明のカメラ補正装置は、車両の一部を利用して第2の光学系位置情報を補正することができる。

【0035】

また、本発明のカメラ補正装置は、前記補正手段が、前記撮像装置によって取得された前記車両の画像情報から、前記撮像装置の画像座標系に対する前記車両の結像位置情報を抽出する結像位置情報抽出手段と、前記結像位置情報抽出手段によって抽出された前記結像位置情報および前記予測位置情報保持手段に保持された前記予測位置情報に基づいて、前記第2の光学系位置情報保持手段に保持された前記第2の光学系位置情報の補正量を算出する補正量算出手段と、前記補正量算出手段によって算出された前記補正量に基づいて、前記第2の光学系位置情報保持手段に保持された前記第2の光学系位置情報を補正する光学系位置情報補正手段とを有することを特徴とする構成を有している。 40

【0036】

この構成により、本発明のカメラ補正装置は、車両の一部を利用して第2の光学系位置情報の補正量を算出することができる。

【0037】

また、本発明のカメラ補正装置は、前記補正量算出手段が、前記結像位置情報に含まれる 50

前記車両の輪郭線と前記予測位置情報に含まれる前記車両の輪郭線とを重ね合わせるマッチング手段と、前記マッチング手段によって重ね合わされた前記車両の輪郭線から複数の点を抽出する抽出手段と、前記結像位置情報に含まれる前記点と前記予測位置情報に含まれる前記点とを比較することにより前記第2の光学系位置情報の補正量を算出する演算手段とを有することを特徴とする構成を有している。

【0038】

この構成により、本発明のカメラ補正装置は、車両の輪郭線から点を抽出することができ、第2の光学系位置情報の補正量を確実に算出することができる。

【0039】

また、本発明のカメラ補正装置は、前記撮像装置が車両に取り付けられることを特徴とする構成を有している。 10

【0040】

この構成により、本発明のカメラ補正装置は、筐体が車両に対して不正確な位置に設置された場合に、カメラの光学系のパラメータを補正することができ、路面上の対象物の位置を正確に検出することができる。

【0041】

また、本発明の撮像装置は、カメラ補正装置を備えた構成を有している。

【0042】

この構成により、本発明の撮像装置は、車両などに設置されたカメラの光学系のパラメータを補正することができる。 20

【0043】

また、本発明の撮像制御装置は、カメラ補正装置を備えた構成を有している。

【0044】

この構成により、本発明の撮像制御装置は、車両などに設置されたカメラの光学系のパラメータを補正することができる。

【0045】

また、本発明のカメラ補正方法は、筐体と前記筐体に支持された光学系とを有し前記光学系を介して画像情報を取得する撮像装置の光学系の位置情報を補正するカメラ補正方法であって、第1の座標系に対する前記筐体の位置を示す第1の筐体位置情報を保持する第1の筐体位置情報保持ステップと、第2の座標系に対する前記筐体の位置を示す第2の筐体位置情報を保持する第2の筐体位置情報保持ステップと、前記撮像装置によって取得された前記第1の座標系における画像情報に基づいて、前記第1の座標系に対する前記光学系の位置を示す第1の光学系位置情報を生成する第1の光学系位置情報生成ステップと、前記第1の光学系位置情報生成ステップで生成された前記第1の光学系位置情報を保持する第1の光学系位置情報保持ステップと、前記第1の筐体位置情報保持ステップで保持された前記第1の筐体位置情報および前記第1の光学系位置情報保持ステップで保持された前記第1の光学系位置情報に基づいて、前記第2の筐体位置情報保持ステップで保持された前記第2の筐体位置情報から、前記第2の座標系に対する前記光学系の位置を示す第2の光学系位置情報を生成する第2の光学系位置情報生成ステップと、前記第2の光学系位置情報生成ステップで生成された前記第2の光学系位置情報を保持する第2の光学系位置情報保持ステップと、前記撮像装置によって取得された前記第2の座標系における画像情報に基づいて、前記第2の光学系位置情報保持ステップで保持された前記第2の光学系位置情報を補正する補正ステップとを備えたことを特徴とする構成を有している。 30 40

【0046】

この構成により、本発明のカメラ補正方法は、車両などに設置されたカメラの光学系のパラメータを補正することができ、路面上の対象物の位置を正確に検出することができる。

【0047】

また、本発明のカメラ補正方法は、筐体と前記筐体に支持された光学系とを有し前記光学系を介して画像情報を取得する撮像装置の光学系の位置情報を補正するカメラ補正方法であって、所定の座標系に対する前記光学系の位置を示す光学系位置情報を保持する光学系 50

位置情報保持ステップと、前記撮像装置によって取得された前記座標系における画像情報に基づいて、前記光学系位置情報保持ステップで保持された前記光学系位置情報を補正する補正ステップとを備えたことを特徴とする構成を有している。

【0048】

この構成により、本発明のカメラ補正方法は、車両などに設置されたカメラの光学系のパラメータを補正することができ、路面上の対象物の位置を正確に検出することができる。

【0049】

また、本発明のカメラ補正方法は、筐体と前記筐体に支持された光学系とを有し前記光学系を介して画像情報を取得する撮像装置の光学系の位置情報を補正するカメラ補正方法であって、校正マーカが配置された第1の座標系に対する前記筐体の位置を示す第1の筐体位置情報を保持する第1の筐体位置情報保持ステップと、補正マーカが配置された第2の座標系に対する前記筐体の位置を示す第2の筐体位置情報を保持する第2の筐体位置情報保持ステップと、前記撮像装置によって取得された前記校正マーカの画像情報に基づいて、前記第1の座標系に対する前記光学系の位置を示す第1の光学系位置情報を生成する第1の光学系位置情報生成ステップと、前記第1の光学系位置情報生成ステップで生成された前記第1の光学系位置情報を保持する第1の光学系位置情報保持ステップと、前記第1の筐体位置情報保持ステップで保持された前記第1の筐体位置情報および前記第1の光学系位置情報保持ステップで保持された前記第1の光学系位置情報に基づいて、前記第2の筐体位置情報保持ステップで保持された前記第2の筐体位置情報から、前記第2の座標系に対する前記光学系の位置を示す第2の光学系位置情報を生成する第2の光学系位置情報生成ステップと、前記第2の光学系位置情報生成ステップで生成された前記第2の光学系位置情報に基づいて、前記撮像装置の画像座標系に対する前記補正マーカの予測位置情報を生成する予測位置情報生成ステップと、前記第2の光学系位置情報生成ステップで生成された前記第2の光学系位置情報を保持する第2の光学系位置情報保持ステップと、前記予測位置情報生成ステップで生成された前記予測位置情報を保持する予測位置情報保持ステップと、前記撮像装置によって取得された前記補正マーカの画像情報および前記予測位置情報保持ステップで保持された前記予測位置情報に基づいて、前記第2の光学系位置情報保持ステップで保持された前記第2の光学系位置情報を補正する補正ステップとを備えたことを特徴とする構成を有している。

【0050】

この構成により、本発明のカメラ補正方法は、簡単な補正マーカを利用して第2の光学系位置情報を補正することができる。

【0051】

また、本発明のカメラ補正方法は、筐体と前記筐体に支持される光学系とを有し前記光学系を介して画像情報を取得する撮像装置の光学系の位置情報を補正するカメラ補正方法であって、校正マーカが配置された第1の座標系に対する前記筐体の位置を示す第1の筐体位置情報を保持する第1の筐体位置情報保持ステップと、第2の座標系に対する前記筐体の位置を示す第2の筐体位置情報を保持する第2の筐体位置情報保持ステップと、前記撮像装置によって取得された前記校正マーカの画像情報に基づいて、前記第1の座標系に対する前記光学系の位置を示す第1の光学系位置情報を生成する第1の光学系位置情報生成ステップと、前記第1の光学系位置情報生成ステップで生成された前記第1の光学系位置情報を保持する第1の光学系位置情報保持ステップと、前記第1の筐体位置情報保持ステップで保持された前記第1の筐体位置情報および前記第1の光学系位置情報保持ステップで保持された前記第1の光学系位置情報に基づいて、前記第2の筐体位置情報保持ステップで保持された前記第2の筐体位置情報から、前記第2の座標系に対する前記光学系の位置を示す第2の光学系位置情報を生成する第2の光学系位置情報生成ステップと、前記第2の光学系位置情報生成ステップで生成された前記第2の光学系位置情報を保持する第2の光学系位置情報保持ステップと、前記撮像装置によって取得された前記第2の座標系における画像情報に含まれる動きベクトルに基づいて、前記第2の光学系位置情報保持ステップで保持された前記第2の光学系位置情報を補正する補正ステップとを備えたことを特

徴とする構成を有している。

【0052】

この構成により、本発明のカメラ補正方法は、動きベクトルを利用して第2の光学系位置情報を補正することができる。

【0053】

また、本発明のカメラ補正方法は、筐体と前記筐体に支持された光学系とを有し前記光学系を介して画像情報を取得する撮像装置の光学系の位置情報を補正するカメラ補正方法であって、校正マークが配置された第1の座標系に対する前記筐体の位置を示す第1の筐体位置情報を保持する第1の筐体位置情報保持ステップと、車両が配置された第2の座標系に対する前記筐体の位置を示す第2の筐体位置情報を保持する第2の筐体位置情報保持ステップと、前記撮像装置によって取得された前記校正マークの画像情報に基づいて、前記第1の座標系に対する前記光学系の位置を示す第1の光学系位置情報を生成する第1の光学系位置情報生成ステップと、前記第1の光学系位置情報生成ステップで生成された前記第1の光学系位置情報を保持する第1の光学系位置情報保持ステップと、前記第1の筐体位置情報保持ステップで保持された前記第1の筐体位置情報および前記第1の光学系位置情報保持ステップで保持された前記第1の光学系位置情報に基づいて、前記第2の筐体位置情報保持ステップで保持された前記第2の筐体位置情報から、前記第2の座標系に対する前記光学系の位置を示す第2の光学系位置情報を生成する第2の光学系位置情報生成ステップと、前記第2の光学系位置情報生成ステップで生成された前記第2の光学系位置情報に基づいて、前記撮像装置の画像座標系に対する前記車両の予測位置情報を生成する予測位置情報生成ステップと、前記第2の光学系位置情報生成ステップで生成された前記第2の光学系位置情報を保持する第2の光学系位置情報保持ステップと、前記予測位置情報生成ステップで生成された前記予測位置情報を保持する予測位置情報保持ステップと、前記撮像装置によって取得された前記車両の画像情報および前記予測位置情報保持ステップで保持された前記予測位置情報に基づいて、前記第2の光学系位置情報保持ステップで保持された前記第2の光学系位置情報を補正する補正ステップとを備えたことを特徴とする構成を有している。

【0054】

この構成により、本発明のカメラ補正方法は、車両の一部を利用して第2の光学系位置情報を補正することができる。

【0055】

また、本発明のカメラ補正方法は、前記撮像装置が車両に取り付けられることを特徴とする構成を有している。

【0056】

この構成により、本発明のカメラ補正方法は、筐体を車両に対して不正確な位置に設置した場合に、カメラの光学系のパラメータを補正することができ、路面上の対象物の位置を正確に検出することができる。

【0057】

また、本発明のカメラ補正プログラムは、筐体と前記筐体に支持された光学系とを有し前記光学系を介して画像情報を取得する撮像装置の光学系の位置情報を補正するカメラ補正プログラムであって、第1の座標系に対する前記筐体の位置を示す第1の筐体位置情報を保持する第1の筐体位置情報保持ステップと、第2の座標系に対する前記筐体の位置を示す第2の筐体位置情報を保持する第2の筐体位置情報保持ステップと、前記撮像装置によって取得された前記第1の座標系における画像情報に基づいて、前記第1の座標系に対する前記光学系の位置を示す第1の光学系位置情報を生成する第1の光学系位置情報生成ステップと、前記第1の光学系位置情報生成ステップで生成された前記第1の光学系位置情報を保持する第1の光学系位置情報保持ステップと、前記第1の筐体位置情報保持ステップで保持された前記第1の筐体位置情報および前記第1の光学系位置情報保持ステップで保持された前記第1の光学系位置情報に基づいて、前記第2の筐体位置情報保持ステップで保持された前記第2の筐体位置情報から、前記第2の座標系に対する前記光学系の位置

を示す第2の光学系位置情報を生成する第2の光学系位置情報生成ステップと、前記第2の光学系位置情報生成ステップで生成された前記第2の光学系位置情報を保持する第2の光学系位置情報保持ステップと、前記撮像装置によって取得された前記第2の座標系における画像情報に基づいて、前記第2の光学系位置情報保持ステップで保持された前記第2の光学系位置情報を補正する補正ステップとをコンピュータに実行させることを特徴とする構成を有している。

【0058】

この構成により、本発明のカメラ補正プログラムは、車両などに設置されたカメラの光学系のパラメータを補正することができ、路面上の対象物の位置を正確に検出することができる。

10

【0059】

また、本発明のカメラ補正プログラムは、筐体と前記筐体に支持された光学系とを有し前記光学系を介して画像情報を取得する撮像装置の光学系の位置情報を補正するカメラ補正プログラムであって、所定の座標系に対する前記光学系の位置を示す光学系位置情報を保持する光学系位置情報保持ステップと、前記撮像装置によって取得された前記座標系における画像情報に基づいて、前記光学系位置情報保持ステップで保持された前記光学系位置情報を補正する補正ステップとをコンピュータに実行させることを特徴とする構成を有している。

【0060】

この構成により、本発明のカメラ補正プログラムは、車両などに設置されたカメラの光学系のパラメータを補正することができ、路面上の対象物の位置を正確に検出することができる。

20

【0061】

また、本発明のカメラ補正プログラムは、筐体と前記筐体に支持された光学系とを有し前記光学系を介して画像情報を取得する撮像装置の光学系の位置情報を補正するカメラ補正プログラムであって、校正マークが配置された第1の座標系に対する前記筐体の位置を示す第1の筐体位置情報を保持する第1の筐体位置情報保持ステップと、補正マークが配置された第2の座標系に対する前記筐体の位置を示す第2の筐体位置情報を保持する第2の筐体位置情報保持ステップと、前記撮像装置によって取得された前記校正マークの画像情報に基づいて、前記第1の座標系に対する前記光学系の位置を示す第1の光学系位置情報を生成する第1の光学系位置情報生成ステップと、前記第1の光学系位置情報生成ステップで生成された前記第1の光学系位置情報を保持する第1の光学系位置情報保持ステップと、前記第1の筐体位置情報保持ステップで保持された前記第1の筐体位置情報および前記第1の光学系位置情報保持ステップで保持された前記第1の光学系位置情報に基づいて、前記第2の筐体位置情報保持ステップで保持された前記第2の筐体位置情報から、前記第2の座標系に対する前記光学系の位置を示す第2の光学系位置情報を生成する第2の光学系位置情報生成ステップと、前記第2の光学系位置情報生成ステップで生成された前記第2の光学系位置情報に基づいて、前記撮像装置の画像座標系に対する前記補正マークの予測位置情報を生成する予測位置情報生成ステップと、前記第2の光学系位置情報生成ステップで生成された前記第2の光学系位置情報を保持する第2の光学系位置情報保持ステップと、前記予測位置情報生成ステップで生成された前記予測位置情報を保持する予測位置情報保持ステップと、前記撮像装置によって取得された前記補正マークの画像情報および前記予測位置情報保持ステップで保持された前記予測位置情報に基づいて、前記第2の光学系位置情報保持ステップで保持された前記第2の光学系位置情報を補正する補正ステップとをコンピュータに実行させることを特徴とする構成を有している。

30

40

【0062】

この構成により、本発明のカメラ補正プログラムは、簡単な補正マークを利用して第2の光学系位置情報を補正することができる。

【0063】

また、本発明のカメラ補正プログラムは、筐体と前記筐体に支持される光学系とを有し前

50

記光学系を介して画像情報を取得する撮像装置の光学系の位置情報を補正するカメラ補正プログラムであって、校正マーカが配置された第1の座標系に対する前記筐体の位置を示す第1の筐体位置情報を保持する第1の筐体位置情報保持ステップと、第2の座標系に対する前記筐体の位置を示す第2の筐体位置情報を保持する第2の筐体位置情報保持ステップと、前記撮像装置によって取得された前記校正マーカの画像情報に基づいて、前記第1の座標系に対する前記光学系の位置を示す第1の光学系位置情報を生成する第1の光学系位置情報生成ステップと、前記第1の光学系位置情報生成ステップで生成された前記第1の光学系位置情報を保持する第1の光学系位置情報保持ステップと、前記第1の筐体位置情報保持ステップで保持された前記第1の筐体位置情報および前記第1の光学系位置情報保持ステップで保持された前記第1の光学系位置情報に基づいて、前記第2の筐体位置情報保持ステップで保持された前記第2の筐体位置情報から、前記第2の座標系に対する前記光学系の位置を示す第2の光学系位置情報を生成する第2の光学系位置情報生成ステップと、前記第2の光学系位置情報生成ステップで生成された前記第2の光学系位置情報を保持する第2の光学系位置情報保持ステップと、前記撮像装置によって取得された前記第2の座標系における画像情報に含まれる動きベクトルに基づいて、前記第2の光学系位置情報保持ステップで保持された前記第2の光学系位置情報を補正する補正ステップとをコンピュータに実行させることを特徴とする構成を有している。

10

## 【0064】

この構成により、本発明のカメラ補正プログラムは、動きベクトルを利用して第2の光学系位置情報を補正することができる。

20

## 【0065】

また、本発明のカメラ補正プログラムは、筐体と前記筐体に支持された光学系とを有し前記光学系を介して画像情報を取得する撮像装置の光学系の位置情報を補正するカメラ補正プログラムであって、校正マーカが配置された第1の座標系に対する前記筐体の位置を示す第1の筐体位置情報を保持する第1の筐体位置情報保持ステップと、車両が配置された第2の座標系に対する前記筐体の位置を示す第2の筐体位置情報を保持する第2の筐体位置情報保持ステップと、前記撮像装置によって取得された前記校正マーカの画像情報に基づいて、前記第1の座標系に対する前記光学系の位置を示す第1の光学系位置情報を生成する第1の光学系位置情報生成ステップと、前記第1の光学系位置情報生成ステップで生成された前記第1の光学系位置情報を保持する第1の光学系位置情報保持ステップと、前記第1の筐体位置情報保持ステップで保持された前記第1の筐体位置情報および前記第1の光学系位置情報保持ステップで保持された前記第1の光学系位置情報に基づいて、前記第2の筐体位置情報保持ステップで保持された前記第2の筐体位置情報から、前記第2の座標系に対する前記光学系の位置を示す第2の光学系位置情報を生成する第2の光学系位置情報生成ステップと、前記第2の光学系位置情報生成ステップで生成された前記第2の光学系位置情報に基づいて、前記撮像装置の画像座標系に対する前記車両の予測位置情報を生成する予測位置情報生成ステップと、前記第2の光学系位置情報生成ステップで生成された前記第2の光学系位置情報を保持する第2の光学系位置情報保持ステップと、前記予測位置情報生成ステップで生成された前記予測位置情報を保持する予測位置情報保持ステップと、前記撮像装置によって取得された前記車両の画像情報および前記予測位置情報保持ステップで保持された前記予測位置情報に基づいて、前記第2の光学系位置情報保持ステップで保持された前記第2の光学系位置情報を補正する補正ステップとをコンピュータに実行させることを特徴とする構成を有している。

30

40

## 【0066】

この構成により、本発明のカメラ補正プログラムは、車両の一部を利用して第2の光学系位置情報を補正することができる。

## 【0067】

## 【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態を図面に基づいて説明する。

## （第1の実施の形態）

50

【0068】

図1から図13は、本発明に係るカメラ補正装置の第1の実施の形態を示す図である。

【0069】

まず、本実施の形態に係るカメラ補正装置の構成について説明する。

【0070】

図1から図3において、カメラ補正装置100は、撮像装置としてのカメラ110に接続されるようになっている。カメラ110は、筐体111と筐体111に支持された光学系112とを有しており、光学系112を介して画像情報を取得するようになっている。

【0071】

カメラ補正装置100は、第1の座標系101に対する筐体111の位置を示す第1の筐体位置情報を保持する第1の筐体位置情報保持部115と、第2の座標系102に対する筐体111の位置を示す第2の筐体位置情報を保持する第2の筐体位置情報保持部116と、第1の座標系101に対する校正マーカ105の位置を示す校正マーカ位置情報を保持する校正マーカ位置情報保持部125と、第2の座標系102に対する補正マーカ106の位置を示す補正マーカ位置情報を保持する補正マーカ位置情報保持部126とを備えている。

10

【0072】

第1の座標系101は、カメラ生産工場などの第1の作業場所に設けられている。第1の座標系101には、 $X_1$ 軸、 $Y_1$ 軸、 $Z_1$ 軸が設けられ、第1の作業場所に設置されたカメラ110の校正を行うための校正マーカ105が配置されている。校正マーカ105は、3次元に配列された複数の点によって構成されており、それぞれの点は、第1の座標系101に対して所定の位置に配置されている。また、校正マーカ105は、第1の作業場所に設置されたカメラ110の視野範囲を覆うように配置されている。

20

【0073】

第2の座標系102は、車両生産工場などの第2の作業場所に設けられている。第2の座標系102には、 $X_2$ 軸、 $Y_2$ 軸、 $Z_2$ 軸が設けられ、第2の座標系102の $X_2$   $Y_2$ 平面は、車両108が設置される路面102aを構成している。路面102aには、補正マーカ106が配置されている。補正マーカ106は、2次元に配列された2個以上の点によって構成されており、それぞれの点は、第2の座標系102に対して所定の位置に配置されている。

30

【0074】

カメラ補正装置100は、第1の作業場所においてカメラ110の校正を行うようになっている。カメラ110は、第1の座標系101に対して所定の位置に配置されており、このときの筐体111の位置を示す第1の筐体位置情報が、第1の筐体位置情報保持部115に保持されるようになっている。ここで、カメラ110の校正とは、カメラ110が第2の作業場所において車両108に設置されたときの光学系112の位置を算出する動作である。

【0075】

カメラ補正装置100によって校正されたカメラ110は、第2の作業場所において車両108に設置されるようになっている。カメラ110は、第2の座標系102に対して所定の位置に配置されており、このときの筐体111の位置を示す第2の筐体位置情報が、第2の筐体位置情報保持部116に保持されるようになっている。ここで、第2の筐体位置情報は、筐体111が車両108に対して正確な位置に設置された場合の筐体111の位置を示している。

40

【0076】

また、カメラ補正装置100は、第1の座標系101に対する光学系112の位置を示す第1の光学系位置情報を生成する第1の光学系位置情報生成部117と、第1の光学系位置情報生成部117によって生成された第1の光学系位置情報を保持する第1の光学系位置情報保持部118とを備えている。

【0077】

50



第1の光学系位置情報生成部117は、カメラ110によって取得された校正マーカ105の画像情報に基づいて、校正マーカ位置情報保持部125に保持された校正マーカ位置情報から、第1の座標系101に対する光学系112の位置を算出するようになっている。ここで、光学系112の位置とは、光学系112の光学中心および光軸の位置を含むものである。第1の座標系101に対する光学系112の位置を算出する方法としては、文献1(R. Tsai, A versatile camera calibration technique for high-accuracy 3D machine vision metrology using off-the-shelf TV cameras and lenses, IEEE Journal of Robotics and Automation, RA-3(4): 323-344, 1987)に記載された方法を用いることができる。 10

【0078】

また、カメラ補正装置100は、第2の座標系102に対する光学系112の位置を示す第2の光学系位置情報を生成する第2の光学系位置情報生成部120と、第2の光学系位置情報生成部120によって生成された第2の光学系位置情報を保持する第2の光学系位置情報保持部130とを備えている。

【0079】

第2の光学系位置情報生成部120は、第1の筐体位置情報保持部115に保持された第1の筐体位置情報および第1の光学系位置情報保持部118に保持された第1の光学系位置情報に基づいて、第2の筐体位置情報保持部116に保持された第2の筐体位置情報から、第2の座標系102に対する光学系112の位置を算出するようになっている。 20

【0080】

第2の光学系位置情報生成部120は、次の方法によって第2の座標系102に対する光学系112の位置を算出するようになっている。

【0081】

まず、第1の座標系101に対する筐体111の位置と第1の座標系101に対する光学系112の位置とを比較し、筐体111の位置と光学系112の位置との相対関係を求める。そして、筐体111の位置と光学系112の位置との相対関係に基づいて、第2の座標系102に対する筐体111の位置から、第2の座標系102に対する光学系112の位置を算出する。したがって、第2の光学系位置情報は、筐体111が車両108に対して正確な位置に設置された場合の光学系112の位置を示している。 30

【0082】

第2の作業場所において車両108に設置されたカメラ110には、図4に示すように、第2の光学系位置情報を基準とするカメラ座標系113が構成されている。カメラ座標系113には、x軸、y軸、z軸が設けられ、カメラ座標系113の原点は、光学系112の光学中心と一致するようになっている。カメラ座標系113のx軸は、カメラ110の左右方向に設けられ、カメラ座標系113のy軸は、カメラ110の上下方向に設けられ、カメラ座標系113のz軸は、光学系112の光軸と一致するようになっている。

【0083】

また、カメラ座標系113の原点からz軸方向に焦点距離fだけ離隔した平面には、画像座標系114が構成されている。画像座標系114には、p軸、q軸が設けられている。カメラ110は、光学系112を介して画像座標系114に結像した画像を画像情報として取得するようになっている。 40

【0084】

また、カメラ補正装置100は、カメラ110の画像座標系114に対する補正マーカ106の予測位置情報を生成する予測位置情報生成部140と、予測位置情報生成部140によって生成された予測位置情報を保持する予測位置情報保持部150とを備えている。

【0085】

予測位置情報生成部140は、第2の光学系位置情報生成部120によって生成された第2の光学系位置情報に基づいて、補正マーカ位置情報保持部126に保持された補正マー 50



カ位置情報から、カメラ110の画像座標系114に対する補正マーカ106の予測位置を算出するようになっている。カメラ110の画像座標系114に対する補正マーカ106の予測位置を算出する方法としては、上記の文献1に記載された方法を用いることができる。

#### 【0086】

第2の座標系102に配置された補正マーカ106は、図5に示すように、光学系112を介して画像座標系114の結像位置 $P_n'$  ( $n=1, 2, 3, 4, 5, 6$ )に結像するようになっている。ここで、結像位置 $P_n'$ は、筐体111が車両108に対して正確な位置、即ち、第2の筐体位置情報に含まれる位置に設置され、第2の光学系位置情報に誤差が生じていない場合、予測位置情報生成部140によって算出された予測位置 $P_n$  ( $n=1, 2, 3, 4, 5, 6$ )と一致するようになっている。しかしながら、実際には、筐体111が車両108に対して不正確な位置に設置され、第2の光学系位置情報に誤差が生じることにより、画像座標系114における結像位置 $P_n'$ は、予測位置 $P_n$ から離隔している。

10

#### 【0087】

第2の光学系位置情報は、第2の座標系102に対するカメラ座標系113の平行移動および回転を示す6個のパラメータを含んでいる。この6個のパラメータは、図6に示す $X_2$ 軸、 $Y_2$ 軸、 $Z_2$ 軸方向の平行移動成分と、図7に示す $x$ 軸、 $y$ 軸、 $z$ 軸まわりの回転成分とによって構成されている。筐体111が車両108に対して不正確な位置に設置されることによって生じる第2の光学系位置情報の誤差は、平行移動成分および回転成分のそれぞれの誤差を含んでいる。筐体111が車両108に取り付けられる際には、平行移動成分にして数cm、回転成分にして数度の誤差が生じている。

20

#### 【0088】

ここで、カメラ110によって取得された路面102aの画像情報に対して車両108の駐車動作を補助するための補助線を表示する場合を考える。なお、筐体111は、車両108に対して高さ1000mmの位置に設置され、補助線は、車両108の後端から3000mmの位置に表示されるものとする。

#### 【0089】

まず、図8に示すように、筐体111が車両108に対して $Y_2$ 軸方向に50mmずれた位置に設置された場合、即ち、第2の光学系位置情報の $Y_2$ 軸方向の平行移動成分に誤差が生じた場合には、誤差が生じていない場合と比較して補助線が $Y_2$ 軸方向に50mmずれた位置に表示される。この場合、3000mm先の50mmの離隔量であるため、図5に示す画像座標系114における結像位置 $P_n'$ の予測位置 $P_n$ からの離隔量は小さい。したがって、第2の光学系位置情報の平行移動成分の誤差は無視することができる。

30

#### 【0090】

これに対して、図9に示すように、筐体111が車両108に対して $x$ 軸まわりに $1^\circ$ ずれた位置に設置された場合、即ち、第2の光学系位置情報の $x$ 軸まわりの回転成分に誤差が生じた場合には、誤差が生じていない場合と比較して補助線が $Y_2$ 軸方向に約184mmずれた位置に表示される。この場合、図5に示す画像座標系114における結像位置 $P_n'$ の予測位置 $P_n$ からの離隔量は無視できなくなる。したがって、第2の光学系位置情報の回転成分の誤差だけを第2の光学系位置情報の誤差として用いることができる。

40

#### 【0091】

このような第2の光学系位置情報の誤差を補正するため、カメラ補正装置100は、第2の光学系位置情報保持部130に保持された第2の光学系位置情報を補正する補正部160を備えている。

#### 【0092】

補正部160は、カメラ110によって取得された補正マーカ106の画像情報および予測位置情報保持部150に保持された予測位置情報に基づいて、第2の光学系位置情報保持部130に保持された第2の光学系位置情報を補正するようになっている。

#### 【0093】

50

補正部 160 は、カメラ 110 によって取得された補正マーカ 106 の画像情報から、カメラ 110 の画像座標系 114 に対する補正マーカ 106 の結像位置情報を抽出する結像位置情報抽出部 170 と、結像位置情報抽出部 170 によって抽出された結像位置情報および予測位置情報保持部 150 に保持された予測位置情報に基づいて、第 2 の光学系位置情報保持部 130 に保持された第 2 の光学系位置情報の補正量を算出する補正量算出部 180 と、補正量算出部 180 によって算出された補正量に基づいて、第 2 の光学系位置情報保持部 130 に保持された第 2 の光学系位置情報を補正する光学系位置情報補正部 190 とを有している。

【0094】

結像位置情報抽出部 170 は、カメラ 110 によって取得された補正マーカ 106 の画像情報を表示する画像情報表示部 171 と、画像情報表示部 171 に表示された補正マーカ 106 の画像情報において補正マーカ 106 の結像位置  $P_n'$  を指定し、画像情報から結像位置情報を抽出する結像位置指定部 172 とを有している。

【0095】

図 10 に示すように、画像情報表示部 171 には、カメラ 110 によって取得された補正マーカ 106 の画像情報と、補正マーカ 106 の結像位置  $P_n'$  を指定するカーソル 174 とが表示されるようになっている。

【0096】

結像位置指定部 172 には、画像情報表示部 171 に表示されたカーソル 174 の位置を移動させる上方向キー 175 a、下方向キー 175 b、左方向キー 175 c および右方向キー 175 d と、カーソル 174 の位置を決定する決定キー 176 と、補正マーカ 106 の点の番号  $n$  を表示する番号表示部 177 と、番号表示部 177 に表示された番号  $n$  を変更する加算キー 178 a および減算キー 178 b とが設けられている。

【0097】

補正量算出部 180 は、次の方法によって第 2 の光学系位置情報の補正量を算出するようになっている。

【0098】

まず、第 2 の光学系位置情報の回転成分の誤差だけを第 2 の光学系位置情報の誤差として用い、筐体 111 が車両 108 に対して傾いた位置に設置されたものとする。このときのカメラ座標系 113 の  $x$  軸、 $y$  軸、 $z$  軸まわりの回転角をそれぞれ  $\theta$ 、 $\phi$ 、 $\psi$ 、画像座標系 114 における結像位置  $P_n'$  の座標を  $(p_n', q_n')$ 、予測位置  $P_n$  の座標を  $(p_n, q_n)$  と表すと、 $\theta$ 、 $\phi$ 、 $\psi$  の値は、式 (1) において、 $J$  の値を最小にする  $R_{11}$ 、 $R_{12}$ 、 $R_{13}$ 、 $R_{21}$ 、 $R_{22}$ 、 $R_{23}$ 、 $R_{31}$ 、 $R_{32}$ 、 $R_{33}$  を求めることにより算出される。

【数 1】

$$J = \sum_{n=1}^N \left[ \left( p_n' (R_{13}p_n + R_{23}q_n + R_{33}f) - f(R_{11}p + R_{21}q + R_{31}f) \right)^2 + \left( q_n' (R_{13}p + R_{23}q_n + R_{33}f) - f(R_{12}p + R_{22}q + R_{32}f) \right)^2 \right] \quad (1)$$

なお、式 (1) において、 $(p_n', q_n')$  と  $(p_n, q_n)$  との関係は、式 (2) のように表される。

【数 2】

$$\begin{cases} p' = f \frac{R_{11}p + R_{21}q + R_{31}f}{R_{13}p + R_{23}q + R_{33}f} \\ q' = f \frac{R_{12}p + R_{22}q + R_{32}f}{R_{13}p + R_{23}q + R_{33}f} \end{cases} \quad (2)$$

10

20

30

40

50

また、 $R_{11}$  から  $R_{33}$  と  $\theta$ 、 $\phi$ 、 $\psi$  との関係は、式 (3)、式 (4)、式 (5) のように表される。

【数 3】

$$\left\{ \begin{array}{l} R_x = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & \cos \theta & \sin \theta \\ 0 & -\sin \theta & \cos \theta \end{bmatrix} \\ R_y = \begin{bmatrix} \cos \phi & 0 & -\sin \phi \\ 0 & 1 & 0 \\ \sin \phi & 0 & \cos \phi \end{bmatrix} \\ R_z = \begin{bmatrix} \cos \psi & \sin \psi & 0 \\ -\sin \psi & \cos \psi & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \end{array} \right. \quad (3)$$

10

$$R = R_x \times R_y \times R_z \quad (4)$$

$$R = \begin{bmatrix} R_{11} & R_{12} & R_{13} \\ R_{21} & R_{22} & R_{23} \\ R_{31} & R_{32} & R_{33} \end{bmatrix} \quad (5)$$

20

なお、本実施の形態では、補正マーカ 106 が 6 個の点によって構成されているが、補正マーカ 106 は 2 個以上の点によって構成されていればよく、補正量算出部 180 は、補正マーカ 106 が 2 個の点によって構成されていれば、 $\theta$ 、 $\phi$ 、 $\psi$  の値を算出することができ、補正マーカ 106 が 3 個以上の点によって構成されていれば、 $\theta$ 、 $\phi$ 、 $\psi$  の値をより正確に算出することができる。

【0099】

30

このように構成されたカメラ補正装置 100 は、図 11 に示すように、カメラ 110 を調整するためのコンピュータ 191、カメラ 110 を制御する撮像制御装置としての ECU 192 などによって実現されている。

【0100】

コンピュータ 191 は、CPU、RAM、ROM、入出力インターフェイスなどによって構成されており、図 11 (a) に示すように、第 1 の作業場所においてカメラ 110 に接続されるようになっている。なお、本実施の形態において、コンピュータ 191 は、上述した第 1 の筐体位置情報保持部 115、第 2 の筐体位置情報保持部 116、第 1 の光学系位置情報生成部 117、第 1 の光学系位置情報保持部 118、第 2 の光学系位置情報生成部 120、校正マーカ位置情報保持部 125、補正マーカ位置情報保持部 126、第 2 の光学系位置情報保持部 130、予測位置情報生成部 140 および予測位置情報保持部 150 を構成している。

40

【0101】

ECU 192 は、CPU、RAM、ROM、入出力インターフェイスなどによって構成されており、図 11 (c) に示すように、第 2 の作業場所においてカメラ 110 に接続され、車両 108 に搭載されるようになっている。なお、本実施の形態において、ECU 192 は、上述した第 2 の光学系位置情報保持部 130、予測位置情報保持部 150 および補正部 160 を構成している。

【0102】

第 1 の作業場所から第 2 の作業場所には、図 11 (b) に示すように、CD-ROM、磁

50

気ディスクなどの記録媒体 193 が添付されたカメラ 110 が搬送されるようになっている。記録媒体 193 には、第 2 の光学系位置情報および予測位置情報が記録されており、第 2 の光学系位置情報および予測位置情報をコンピュータ 191 から ECU 192 に移送するために用いられるようになっている。

【0103】

なお、本実施の形態では、第 1 の作業場所から第 2 の作業場所には、カメラ 110 および記録媒体 193 が搬送されるようになっているが、図 12 に示すように、カメラ 110、第 2 の光学系位置情報保持部 130、予測位置情報保持部 150 および補正部 160 によって構成されたカメラユニット 194 が搬送されるように構成してもよい。

【0104】

次に、本実施の形態に係るカメラ補正装置の動作について説明する。

【0105】

図 13 において、カメラ補正装置 100 は、次の工程で第 2 の光学系位置情報を補正する。

【0106】

まず、カメラ 110 が、第 1 の作業場所に設置され、第 1 の座標系 101 に対して所定の位置に配置される (S101)。そして、第 1 の筐体位置情報、第 2 の筐体位置情報、校正マーカ位置情報および補正マーカ位置情報が、第 1 の筐体位置情報保持部 115、第 2 の筐体位置情報保持部 116、校正マーカ位置情報保持部 125 および補正マーカ位置情報保持部 126 にそれぞれ保持される (S102)。ここで、第 1 の筐体位置情報、第 2 の筐体位置情報、校正マーカ位置情報および補正マーカ位置情報は、測定器によって測定された位置、設計において設定された位置などを基にして取得される。

【0107】

次に、カメラ 110 によって校正マーカ 105 が撮影され (S103)、第 1 の光学系位置情報生成部 117 が、カメラ 110 によって取得された校正マーカ 105 の画像情報に基づいて、校正マーカ位置情報保持部 125 に保持された校正マーカ位置情報から、第 1 の光学系位置情報を生成する (S104)。そして、第 1 の光学系位置情報生成部 117 によって生成された第 1 の光学系位置情報が、第 1 の光学系位置情報保持部 118 に保持される (S105)。

【0108】

次に、第 2 の光学系位置情報生成部 120 が、第 1 の筐体位置情報保持部 115 に保持された第 1 の筐体位置情報および第 1 の光学系位置情報保持部 118 に保持された第 1 の光学系位置情報に基づいて、第 2 の筐体位置情報保持部 116 に保持された第 2 の筐体位置情報から、第 2 の光学系位置情報を生成する (S106)。そして、第 2 の光学系位置情報生成部 120 によって生成された第 2 の光学系位置情報が、第 2 の光学系位置情報保持部 130 に保持される (S107)。

【0109】

次に、予測位置情報生成部 140 が、第 2 の光学系位置情報生成部 120 によって生成された第 2 の光学系位置情報に基づいて、補正マーカ位置情報保持部 126 に保持された補正マーカ位置情報から、カメラ 110 の画像座標系 114 に対する補正マーカ 106 の予測位置情報を生成する (S108)。そして、予測位置情報生成部 140 によって生成された予測位置情報が、予測位置情報保持部 150 に保持される (S109)。

【0110】

次に、カメラ 110 および記録媒体 193 が、第 1 の作業場所から第 2 の作業場所に搬送される。そして、カメラ 110 が、第 2 の作業場所において車両 108 に設置され、第 2 の座標系 102 に対して所定の位置に配置される (S110)。

【0111】

次に、カメラ 110 によって補正マーカ 106 が撮影され (S111)、カメラ 110 によって取得された補正マーカ 106 の画像情報が、図 10 に示すように、画像情報表示部 171 に表示される (S112)。そして、結像位置指定部 172 によって、補正マーカ

10

20

30

40

50

106の結像位置 $P_n'$ が指定され、結像位置情報が抽出される(S113)。このとき、操作者は、加算キー178aおよび減算キー178bを操作して番号表示部177に表示される番号nを変更し、上方向キー175a、下方向キー175b、左方向キー175cおよび右方向キー175dを操作して画像情報表示部171に表示されるカーソル174の位置を移動させ、決定キー176を操作してカーソル174の位置を決定することにより、番号表示部177に表示された番号nに対応する補正マーカ106の結像位置 $P_n'$ を指定する。

#### 【0112】

次に、補正量算出部180が、結像位置情報抽出部170によって抽出された結像位置情報および予測位置情報保持部150に保持された予測位置情報に基づいて、第2の光学系位置情報保持部130に保持された第2の光学系位置情報の補正量を算出する(S114)。

#### 【0113】

そして、光学系位置情報補正部190が、補正量算出部180によって算出された補正量に基づいて、第2の光学系位置情報保持部130に保持された第2の光学系位置情報を補正して(S115)、工程を終了する。なお、本実施の形態では、上述したステップS101からS115を記述したプログラムをコンピュータに実行させてもよい。

#### 【0114】

以上説明したように、本実施の形態においては、車両108などに設置されたカメラ110の光学系のパラメータを補正することができ、路面上の対象物の位置を正確に検出することができる。

#### 【0115】

また、本実施の形態においては、簡単な補正マーカ106を利用して第2の光学系位置情報を補正することができる。

#### 【0116】

また、本実施の形態においては、補正マーカ106の結像位置を指定することができ、補正マーカ106の結像位置情報を確実に抽出することができる。

(第2の実施の形態)

#### 【0117】

図14から図16は、本発明に係るカメラ補正装置の第2の実施の形態を示す図である。

#### 【0118】

まず、本実施の形態に係るカメラ補正装置の構成について説明する。なお、第1の実施の形態に係るカメラ補正装置の構成とほぼ同様な構成については、第1の実施の形態において使用した符号と同一の符号を付して、詳細な説明を省略する。

#### 【0119】

図14において、カメラ補正装置200は、第2の光学系位置情報保持部130に保持された第2の光学系位置情報を補正する補正部260を備えている。

#### 【0120】

補正部260は、カメラ110によって取得された補正マーカ106の画像情報および予測位置情報保持部150に保持された予測位置情報に基づいて、第2の光学系位置情報保持部130に保持された第2の光学系位置情報を補正するようになっている。

#### 【0121】

補正部260は、カメラ110によって取得された補正マーカ106の画像情報から、カメラ110の画像座標系114に対する補正マーカ106の結像位置情報を抽出する結像位置情報抽出部270と、結像位置情報抽出部270によって抽出された結像位置情報および予測位置情報保持部150に保持された予測位置情報に基づいて、第2の光学系位置情報保持部130に保持された第2の光学系位置情報の補正量を算出する補正量算出部280と、補正量算出部280によって算出された補正量に基づいて、第2の光学系位置情報保持部130に保持された第2の光学系位置情報を補正する光学系位置情報補正部290とを有している。

10

20

30

40

50

## 【0122】

結像位置情報抽出部270は、カメラ110の画像座標系114に対する補正マーカ106の予測範囲274を示す予測範囲情報（図15参照）を保持する予測範囲情報保持部271と、予測範囲情報保持部271に保持された予測範囲情報および予測位置情報保持部150に保持された予測位置情報に基づいて、カメラ110によって取得された補正マーカ106の画像情報から補正マーカ106の結像位置 $P_n$ を検索し、結像位置情報を抽出する結像位置検索部272とを有している。

## 【0123】

補正量算出部280は、第1の実施の形態における補正量算出部180と同様の方法によって第2の光学系位置情報の補正量を算出するようになっている。

10

## 【0124】

次に、本実施の形態に係るカメラ補正装置の動作について説明する。

## 【0125】

図16において、カメラ補正装置200は、次の工程で第2の光学系位置情報を補正する。

## 【0126】

まず、カメラ110が、第1の作業場所に設置され、第1の座標系101に対して所定の位置に配置される（S201）。そして、第1の筐体位置情報、第2の筐体位置情報、校正マーカ位置情報および補正マーカ位置情報が、第1の筐体位置情報保持部115、第2の筐体位置情報保持部116、校正マーカ位置情報保持部125および補正マーカ位置情報保持部126にそれぞれ保持される（S202）。ここで、第1の筐体位置情報、第2の筐体位置情報、校正マーカ位置情報および補正マーカ位置情報は、測定器によって測定された位置、設計において設定された位置などを基にして取得される。

20

## 【0127】

次に、カメラ110によって校正マーカ105が撮影され（S203）、第1の光学系位置情報生成部117が、カメラ110によって取得された校正マーカ105の画像情報に基づいて、校正マーカ位置情報保持部125に保持された校正マーカ位置情報から、第1の光学系位置情報を生成する（S204）。そして、第1の光学系位置情報生成部117によって生成された第1の光学系位置情報が、第1の光学系位置情報保持部118に保持される（S205）。

30

## 【0128】

次に、第2の光学系位置情報生成部120が、第1の筐体位置情報保持部115に保持された第1の筐体位置情報および第1の光学系位置情報保持部118に保持された第1の光学系位置情報に基づいて、第2の筐体位置情報保持部116に保持された第2の筐体位置情報から、第2の光学系位置情報を生成する（S206）。そして、第2の光学系位置情報生成部120によって生成された第2の光学系位置情報が、第2の光学系位置情報保持部130に保持される（S207）。

## 【0129】

次に、予測位置情報生成部140が、第2の光学系位置情報生成部120によって生成された第2の光学系位置情報に基づいて、補正マーカ位置情報保持部126に保持された補正マーカ位置情報から、カメラ110の画像座標系114に対する補正マーカ106の予測位置情報を生成する（S208）。そして、予測位置情報生成部140によって生成された予測位置情報が、予測位置情報保持部150に保持される（S209）。

40

## 【0130】

次に、カメラ110および記録媒体193が、第1の作業場所から第2の作業場所に搬送される。そして、カメラ110が、第2の作業場所において車両108に設置され、第2の座標系102に対して所定の位置に配置される（S210）。

## 【0131】

次に、カメラ110によって補正マーカ106が撮影され（S211）、結像位置検索部272が、図15に示すように、補正マーカ106の予測位置 $P_n$ を中心として予測範囲

50

274の内側に存在する結像位置 $P_n'$ を検索し、画像情報から結像位置情報を抽出する(S212)。

【0132】

次に、補正量算出部280が、結像位置情報抽出部270によって抽出された結像位置情報および予測位置情報保持部150に保持された予測位置情報に基づいて、第2の光学系位置情報保持部130に保持された第2の光学系位置情報の補正量を算出する(S213)。

【0133】

そして、光学系位置情報補正部290が、補正量算出部280によって算出された補正量に基づいて、第2の光学系位置情報保持部130に保持された第2の光学系位置情報を補正して(S214)、工程を終了する。なお、本実施の形態では、上述したステップS201からS214を記述したプログラムをコンピュータに実行させてもよい。

10

【0134】

以上説明したように、本実施の形態においては、補正マーカ106の結像位置を検索することができ、補正マーカ106の結像位置情報を容易に抽出することができる。

(第3の実施の形態)

【0135】

図17から図28は、本発明に係るカメラ補正装置の第3の実施の形態を示す図である。

【0136】

まず、本実施の形態に係るカメラ補正装置の構成について説明する。

20

【0137】

図17から図19において、カメラ補正装置300は、撮像装置としてのカメラ310に接続されるようになっている。カメラ310は、筐体311と筐体311に支持された光学系312とを有しており、光学系312を介して画像情報を取得するようになっている。

【0138】

カメラ補正装置300は、第1の座標系301に対する筐体311の位置を示す第1の筐体位置情報を保持する第1の筐体位置情報保持部315と、第2の座標系302に対する筐体311の位置を示す第2の筐体位置情報を保持する第2の筐体位置情報保持部316と、第1の座標系301に対する校正マーカ305の位置を示す校正マーカ位置情報を保持する校正マーカ位置情報保持部325とを備えている。

30

【0139】

第1の座標系301は、カメラ生産工場などの第1の作業場所に設けられている。第1の座標系301には、 $X_1$ 軸、 $Y_1$ 軸、 $Z_1$ 軸が設けられ、第1の作業場所に設置されたカメラ310の校正を行うための校正マーカ305が配置されている。校正マーカ305は、3次元に配列された複数の点によって構成されており、それぞれの点は、第1の座標系301に対して所定の位置に配置されている。また、校正マーカ305は、第1の作業場所に設置されたカメラ310の視野範囲を覆うように配置されている。

【0140】

第2の座標系302は、車両生産工場などの第2の作業場所に設けられている。第2の座標系302には、 $X_2$ 軸、 $Y_2$ 軸、 $Z_2$ 軸が設けられ、第2の座標系302の $X_2$   $Y_2$ 平面は、車両308が走行する路面302aを構成している。車両308のバンパー部309には、分割マーカ307が配置されている。分割マーカ307は、2個の点によって構成されており、それぞれの点は、車両308に設置されたカメラ310の視野範囲内に配置されている。また、分割マーカ307は、車両308に設置されたカメラ310の真下位置に設けられている。

40

【0141】

カメラ補正装置300は、第1の作業場所においてカメラ310の校正を行うようになっている。カメラ310は、第1の座標系301に対して所定の位置に記置されており、このときの筐体311の位置を示す第1の筐体位置情報が、第1の筐体位置情報保持部31

50

5に保持されるようになっている。ここで、カメラ310の校正とは、カメラ310が第2の作業場所において車両308に設置されたときの光学系312の位置を算出する動作である。

【0142】

カメラ補正装置300によって校正されたカメラ310は、第2の作業場所において車両308に設置されるようになっている。カメラ310は、第2の座標系302に対して所定の位置に配置されており、このときの筐体311の位置を示す第2の筐体位置情報が、第2の筐体位置情報保持部316に保持されるようになっている。ここで、第2の筐体位置情報は、筐体311が車両308に対して正確な位置に設置された場合の筐体311の位置を示している。

10

【0143】

車両308のバンパー部309に配置された分割マーカ307は、第2の筐体位置情報に含まれる筐体311の位置に対して一定の位置関係を保つように配置されている。したがって、車両308が路面302a上を走行した場合でも、分割マーカ307の位置と第2の筐体位置情報に含まれる筐体311の位置との相対関係は一定である。

【0144】

また、カメラ補正装置300は、第1の座標系301に対する光学系312の位置を示す第1の光学系位置情報を生成する第1の光学系位置情報生成部317と、第1の光学系位置情報生成部317によって生成された第1の光学系位置情報を保持する第1の光学系位置情報保持部318とを備えている。

20

【0145】

第1の光学系位置情報生成部317は、カメラ310によって取得された校正マーカ305の画像情報に基づいて、校正マーカ位置情報保持部325に保持された校正マーカ位置情報から、第1の座標系301に対する光学系312の位置を算出するようになっている。ここで、光学系312の位置とは、光学系312の光学中心および光軸の位置を含むものである。第1の座標系301に対する光学系312の位置を算出する方法としては、文献1に記載された方法を用いることができる。

【0146】

また、カメラ補正装置300は、第2の座標系302に対する光学系312の位置を示す第2の光学系位置情報を生成する第2の光学系位置情報生成部320と、第2の光学系位置情報生成部320によって生成された第2の光学系位置情報を保持する第2の光学系位置情報保持部330とを備えている。

30

【0147】

第2の光学系位置情報生成部320は、第1の筐体位置情報保持部315に保持された第1の筐体位置情報および第1の光学系位置情報保持部318に保持された第1の光学系位置情報に基づいて、第2の筐体位置情報保持部316に保持された第2の筐体位置情報から、第2の座標系302に対する光学系312の位置を算出するようになっている。

【0148】

第2の光学系位置情報生成部320は、第1の実施の形態における第2の光学系位置情報生成部120と同様の方法によって第2の座標系302に対する光学系312の位置を算出するようになっている。

40

【0149】

第2の作業場所において車両308に設置されたカメラ310には、図20に示すように、第2の光学系位置情報を基準とするカメラ座標系313が構成されている。カメラ座標系313には、x軸、y軸、z軸が設けられ、カメラ座標系313の原点は、光学系312の光学中心と一致するようになっている。カメラ座標系313のx軸は、カメラ310の左右方向に設けられ、カメラ座標系313のy軸は、カメラ310の上下方向に設けられ、カメラ座標系313のz軸は、光学系312の光軸と一致するように設けられている。

【0150】

50



また、カメラ座標系 3 1 3 の原点から z 軸方向に焦点距離 f だけ離隔した平面には、画像座標系 3 1 4 が構成されている。画像座標系 3 1 4 には、p 軸、q 軸が設けられている。路面 3 0 2 a 上の点 P は、光学系 3 1 2 を介して画像座標系 3 1 4 の結像位置 P' に結像するようになっている。カメラ 3 1 0 は、光学系 3 1 2 を介して画像座標系 3 1 4 に結像した画像を画像情報として取得するようになっている。

【0151】

また、カメラ補正装置 3 0 0 は、カメラ 3 1 0 によって取得された第 2 の座標系 3 0 2 における画像情報に含まれる動きベクトルに基づいて、第 2 の光学系位置情報保持部 3 3 0 に保持された第 2 の光学系位置情報を補正する補正部 3 6 0 を備えている。

【0152】

補正部 3 6 0 は、カメラ 3 1 0 によって取得された第 2 の座標系 3 0 2 における画像情報から平面投影画像を生成する平面投影画像生成部 3 6 1 と、平面投影画像生成部 3 6 1 によって生成された平面投影画像を複数の画像領域に分割する平面投影画像分割部 3 6 2 と、平面投影画像分割部 3 6 2 によって分割された複数の画像領域から動きベクトルを抽出する動きベクトル抽出部 3 6 3 と、動きベクトル抽出部 3 6 3 によって抽出された動きベクトルに基づいて、第 2 の光学系位置情報保持部 3 3 0 に保持された第 2 の光学系位置情報の補正量を算出する補正量算出部 3 6 4 と、補正量算出部 3 6 4 によって算出された補正量に基づいて、第 2 の光学系位置情報保持部 3 3 0 に保持された第 2 の光学系位置情報を補正する光学系位置情報補正部 3 6 5 とを有している。

【0153】

平面投影画像生成部 3 6 1 によって生成される平面投影画像は、図 2 1 に示すように、カメラ 3 1 0 によって取得された画像情報を路面 3 0 2 a に仮想的に投影し、この画像を仮想カメラ 3 7 0 から見ることによって取得される画像である。この仮想カメラ 3 7 0 には、路面 3 0 2 a に対して平行な画像座標系 3 7 1 が構成されており、この画像座標系 3 7 1 には、路面 3 0 2 a を単に縮小した画像としての平面投影画像が結像するようになっている。

【0154】

平面投影画像生成部 3 6 1 は、次の方法によって平面投影画像を生成するようになっている。

【0155】

図 2 0 において、カメラ座標系 3 1 3 の x 軸と路面 3 0 2 a のなす角を  $\alpha$ 、y 軸と路面 3 0 2 a のなす角を  $\beta$  と表し、カメラ座標系 3 1 3 の原点から z 軸の延長線と路面 3 0 2 a との交点までの距離を c と表す。そして、式 (6) のように a、b を定義すると、第 2 の座標系 3 0 2 の  $X_z$   $Y_z$  平面としての路面 3 0 2 a は、式 (7) のように表される。

【数 4】

$$\begin{cases} a = \sin \alpha \\ b = \sin \beta \end{cases} \quad (6)$$

$$z = ax + by + c \quad (7)$$

ここで、画像座標系 3 1 4 の結像位置 P' の座標を (p, q) と表すと、画像座標系 3 1 4 からカメラ座標系 3 1 3 への変換は、式 (8) のように表される。

【数 5】

$$\begin{cases} x = \frac{cp}{f-ap-bq} \\ y = \frac{cq}{f-ap-bq} \\ z = \frac{cf}{f-ap-bq} \end{cases} \quad (8)$$

また、カメラ座標系 3 1 3 から第 2 の座標系 3 0 2 への変換は、式 (9) のように表される。 10

【数 6】

$$\begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} R_{11} & R_{12} & R_{13} \\ R_{21} & R_{22} & R_{23} \\ R_{31} & R_{32} & R_{33} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x \\ y \\ z \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} T_x \\ T_y \\ T_z \end{bmatrix} \quad (9)$$

なお、式 (9) において、平行移動ベクトル T は、カメラ座標系 3 1 3 の原点から第 2 の座標系 3 0 2 の原点までの方向および距離を表し、回転行列 R は、カメラ座標系 3 1 3 と第 2 の座標系 3 0 2 との回転方向のずれを表している。本実施の形態においても第 1 の実施の形態と同様に、第 2 の光学系位置情報の回転成分の誤差だけを第 2 の光学系位置情報の誤差として用い、筐体 3 1 1 が車両 3 0 8 に対して傾いた位置に設置されたものとする。このときのカメラ座標系 3 1 3 の x 軸、y 軸、z 軸まわりの回転角をそれぞれ  $\theta$ 、 $\phi$ 、 $\psi$  と表すと、式 (9) における回転行列 R は、式 (3) から式 (5) によって表される。 20

【0 1 5 6】

筐体 3 1 1 が車両 3 0 8 に対して正確な位置に設置された場合、平面投影画像生成部 3 6 1 は、図 2 2 (a) に示す画像情報から、図 2 2 (b) に示す平面投影画像を生成するようになっている。この平面投影画像は、路面 3 0 2 a に対して平行に設けられた仮想カメラ 3 7 0 から見ることによって取得される画像に相当しているため、路面 3 0 2 a に設けられた平行線 3 7 3、3 7 4 が、平面投影画像において平行になっている。 30

【0 1 5 7】

また、筐体 3 1 1 が車両 3 0 8 に対して下向きに傾いた位置に設置され、カメラ座標系 3 1 3 が x 軸まわりに回転した場合、平面投影画像生成部 3 6 1 は、図 2 3 (a) に示す画像情報から、図 2 3 (b) に示す平面投影画像を生成するようになっている。

【0 1 5 8】

また、筐体 3 1 1 が車両 3 0 8 に対して左向きに傾いた位置に設置され、カメラ座標系 3 1 3 が y 軸まわりに回転した場合、平面投影画像生成部 3 6 1 は、図 2 4 (a) に示す画像情報から、図 2 4 (b) に示す平面投影画像を生成するようになっている。

【0 1 5 9】

また、筐体 3 1 1 が車両 3 0 8 に対して傾いた位置に設置され、カメラ座標系 3 1 3 が z 軸まわりに回転した場合、平面投影画像生成部 3 6 1 は、図 2 5 (a) に示す画像情報から、図 2 5 (b) に示す平面投影画像を生成するようになっている。

【0 1 6 0】

平面投影画像分割部 3 6 2 は、図 2 2 (b)、図 2 3 (b)、図 2 4 (b) および図 2 5 (b) に示すように、カメラ 3 1 0 によって取得された分割マーカ 3 0 7 の画像情報に基づいて、平面投影画像を複数の画像領域に分割するようになっている。

【0 1 6 1】

平面投影画像分割部 3 6 2 は、分割マーカ 3 0 7 を通る基準線 3 8 0 および分割マーカ 3 0 7 の中点 3 8 1 を基準にして、平面投影画像に分割線 3 8 3、3 8 4 を設けるようにな 50

っている。分割線 383 は、基準線 380 に直行し、中点 381 を通る位置に設けられている。また、分割線 384 は、基準線 380 に平行で、基準線 380 から一定の距離だけ離隔する位置に設けられている。

【0162】

筐体 311 が車両 308 に対して傾いた位置に設置され、カメラ座標系 313 が z 軸まわりに回転した場合、図 25 (b) に示すように、基準線 380 は、平面投影画像に対して傾いている。

【0163】

動きベクトル抽出部 363 は、図 22 (b)、図 23 (b)、図 24 (b) および図 25 (b) に示すように、平面投影画像分割部 362 によって分割された 4 つの画像領域 386 a、386 b、386 c、386 d から動きベクトル 388 a、388 b、388 c、388 d を抽出するようになっている。

10

【0164】

動きベクトル 388 a から 388 d は、車両 308 の走行、即ち、カメラ 310 の移動によって生じる画像領域 386 a から 386 d の部分的な画像の流れに基づいて算出されるもので、車両 308 が直進している場合に方向が等しくなる。以下、動きベクトル 388 a から 388 d は、車両 308 が直進しているときに取得される画像情報から抽出されるものとする。

【0165】

筐体 311 が車両 308 に対して正確な位置に設置された場合、図 22 (b) に示すように、動きベクトル 388 a から 388 d は、大きさが等しくなる。

20

【0166】

また、筐体 311 が車両 308 に対して下向きに傾いた位置に設置され、カメラ座標系 313 が x 軸まわりに回転した場合、図 23 (b) に示すように、画像上側の動きベクトル 388 a、388 b が、画像下側の動きベクトル 388 c、388 d よりも大きくなる。

【0167】

また、筐体 311 が車両 308 に対して左向きに傾いた位置に設置され、カメラ座標系 313 が y 軸まわりに回転した場合、図 24 (b) に示すように、画像右側の動きベクトル 388 b、388 d が、画像左側の動きベクトル 388 a、388 c よりも大きくなる。

【0168】

補正量算出部 364 は、次の方法によって第 2 の光学系位置情報の補正量を算出するようになっている。

30

【0169】

図 22 (c)、図 23 (c) および図 24 (c) において、まず、動きベクトル 388 a に大きさが等しいベクトル 390 a と、動きベクトル 388 b に大きさが等しいベクトル 390 b と、動きベクトル 388 c に大きさが等しいベクトル 390 c と、動きベクトル 388 d に大きさが等しいベクトル 390 d とを、合計ベクトル算出座標系 391 にそれぞれ配置する。

【0170】

ここで、ベクトル 390 a は、合計ベクトル算出座標系 391 の原点から左上 45 度方向に配置されている。また、ベクトル 390 b は、合計ベクトル算出座標系 391 の原点から右上 45 度方向に配置されている。また、ベクトル 390 c は、合計ベクトル算出座標系 391 の原点から左下 45 度方向に配置されている。また、ベクトル 390 d は、合計ベクトル算出座標系 391 の原点から右下 45 度方向に配置されている。

40

【0171】

次に、合計ベクトル算出座標系 391 において、ベクトル 390 a から 390 d の合計ベクトル 392 を算出する。

【0172】

筐体 311 が車両 308 に対して正確な位置に設置された場合、図 22 (c) に示すように、ベクトル 390 a から 390 d の大きさが等しいので、合計ベクトル 392 は 0 にな

50

る。このとき、カメラ座標系 3 1 3 の x 軸、y 軸、z 軸まわりの回転角  $\theta$ 、 $\phi$ 、 $\psi$  の値は 0 である。

【0173】

また、筐体 3 1 1 が車両 3 0 8 に対して下向きに傾いた位置に設置され、カメラ座標系 3 1 3 が x 軸まわりに回転した場合、図 2 3 (c) に示すように、ベクトル 3 9 0 a、3 9 0 b が、ベクトル 3 9 0 c、3 9 0 d よりも大きいので、合計ベクトル 3 9 2 は上向きのベクトルになる。このとき、式 (9) において、合計ベクトル 3 9 2 を 0 にする回転行列 R を求めることにより、カメラ座標系 3 1 3 の x 軸まわりの回転角  $\theta$  の値を算出する。

【0174】

また、筐体 3 1 1 が車両 3 0 8 に対して左向きに傾いた位置に設置され、カメラ座標系 3 1 3 が y 軸まわりに回転した場合、図 2 4 (c) に示すように、ベクトル 3 9 0 b、3 9 0 d が、ベクトル 3 9 0 a、3 9 0 c よりも大きいので、合計ベクトル 3 9 2 は右向きのベクトルになる。このとき、式 (9) において、合計ベクトル 3 9 2 を 0 にする回転行列 R を求めることにより、カメラ座標系 3 1 3 の y 軸まわりの回転角  $\phi$  の値を算出する。

【0175】

一方、筐体 3 1 1 が車両 3 0 8 に対して傾いた位置に設置され、カメラ座標系 3 1 3 が z 軸まわりに回転した場合、図 2 5 (b) に示す平面投影画像の画像座標系 3 7 1 に対する基準線 3 8 0 の傾きに基づいて、カメラ座標系 3 1 3 の z 軸まわりの回転角  $\psi$  の値を算出する。

【0176】

このように構成されたカメラ補正装置 1 0 0 は、図 2 6 に示すように、カメラ 3 1 0 を調整するためのコンピュータ 3 9 1、カメラ 3 1 0 を制御する撮像制御装置としての ECU 3 9 2 などによって実現されている。

【0177】

コンピュータ 3 9 1 は、CPU、RAM、ROM、入出力インターフェイスなどによって構成されており、図 2 6 (a) に示すように、第 1 の作業場所においてカメラ 3 1 0 に接続されるようになっている。なお、本実施の形態において、コンピュータ 3 9 1 は、上述した第 1 の筐体位置情報保持部 3 1 5、第 2 の筐体位置情報保持部 3 1 6、第 1 の光学系位置情報生成部 3 1 7、第 1 の光学系位置情報保持部 3 1 8、第 2 の光学系位置情報生成部 3 2 0、校正マーカ位置情報保持部 3 2 5 および第 2 の光学系位置情報保持部 3 3 0 を構成している。

【0178】

ECU 3 9 2 は、CPU、RAM、ROM、入出力インターフェイスなどによって構成されており、図 2 6 (c) に示すように、第 2 の作業場所においてカメラ 3 1 0 に接続され、車両 3 0 8 に搭載されるようになっている。なお、本実施の形態において、ECU 3 9 2 は、上述した第 2 の光学系位置情報保持部 3 3 0 および補正部 3 6 0 を構成している。

【0179】

第 1 の作業場所から第 2 の作業場所には、図 2 6 (b) に示すように、CD-ROM、磁気ディスクなどの記録媒体 3 9 3 が添付されたカメラ 3 1 0 が搬送されるようになっている。記録媒体 3 9 3 には、第 2 の光学系位置情報が記録されており、第 2 の光学系位置情報をコンピュータ 3 9 1 から ECU 3 9 2 に移送するために用いられるようになっている。

【0180】

なお、本実施の形態では、第 1 の作業場所から第 2 の作業場所には、カメラ 3 1 0 および記録媒体 3 9 3 が搬送されるようになっているが、図 2 7 に示すように、カメラ 3 1 0、第 2 の光学系位置情報保持部 3 3 0 および補正部 3 6 0 によって構成されたカメラユニット 3 9 4 が搬送されるように構成してもよい。

【0181】

次に、本実施の形態に係るカメラ補正装置の動作について説明する。

【0182】

10

20

30

40

50

図 28 において、カメラ補正装置 300 は、次の工程で第 2 の光学系位置情報を補正する。

【0183】

まず、カメラ 310 が、第 1 の作業場所に設置され、第 1 の座標系 301 に対して所定の位置に配置される (S301)。そして、第 1 の筐体位置情報、第 2 の筐体位置情報および校正マーカ位置情報が、第 1 の筐体位置情報保持部 315、第 2 の筐体位置情報保持部 316 および校正マーカ位置情報保持部 325 にそれぞれ保持される (S302)。ここで、第 1 の筐体位置情報、第 2 の筐体位置情報および校正マーカ位置情報は、測定器によって測定された位置、設計において設定された位置などを基にして取得される。

【0184】

次に、カメラ 310 によって校正マーカ 305 が撮影され (S303)、第 1 の光学系位置情報生成部 317 が、カメラ 310 によって取得された校正マーカ 305 の画像情報に基づいて、校正マーカ位置情報保持部 325 に保持された校正マーカ位置情報から、第 1 の光学系位置情報を生成する (S304)。そして、第 1 の光学系位置情報生成部 317 によって生成された第 1 の光学系位置情報が、第 1 の光学系位置情報保持部 318 に保持される (S305)。

【0185】

次に、第 2 の光学系位置情報生成部 320 が、第 1 の筐体位置情報保持部 315 に保持された第 1 の筐体位置情報および第 1 の光学系位置情報保持部 318 に保持された第 1 の光学系位置情報に基づいて、第 2 の筐体位置情報保持部 316 に保持された第 2 の筐体位置情報から、第 2 の光学系位置情報を生成する (S306)。そして、第 2 の光学系位置情報生成部 320 によって生成された第 2 の光学系位置情報が、第 2 の光学系位置情報保持部 330 に保持される (S307)。

【0186】

次に、カメラ 310 および記録媒体 393 が、第 1 の作業場所から第 2 の作業場所に搬送される。そして、カメラ 310 が、第 2 の作業場所において車両 308 に設置され、第 2 の座標系 302 に対して所定の位置に配置される (S308)。

【0187】

次に、カメラ 310 によって路面 302a が撮影され (S309)、平面投影画像生成部 361 が、図 22 (b)、図 23 (b)、図 24 (b) および図 25 (b) に示すように、カメラ 310 によって取得された第 2 の座標系 302 における画像情報から平面投影画像を生成する (S310)。

【0188】

次に、平面投影画像分割部 362 が、図 22 (b)、図 23 (b)、図 24 (b) および図 25 (b) に示すように、平面投影画像生成部 361 によって生成された平面投影画像を画像領域 386a から 386d に分割する (S311)。

【0189】

次に、動きベクトル抽出部 363 が、図 22 (b)、図 23 (b)、図 24 (b) および図 25 (b) に示すように、平面投影画像分割部 362 によって分割された各画像領域から各動きベクトルを抽出する (S312)。

【0190】

次に、補正量算出部 364 が、図 25 (b) に示すように、平面投影画像の画像座標系 371 に対する基準線 380 の傾きに基づいて、第 2 の光学系位置情報保持部 330 に保持された第 2 の光学系位置情報の z 軸まわりの補正量を算出する (S313)。そして、補正量算出部 364 が、図 22 (c)、図 23 (c) および図 24 (c) に示すように、動きベクトル抽出部 363 によって抽出された各動きベクトルに基づいて、第 2 の光学系位置情報保持部 330 に保持された第 2 の光学系位置情報の x 軸、y 軸まわりの補正量を算出する (S314)。

【0191】

そして、光学系位置情報補正部 365 が、補正量算出部 364 によって算出された補正量

10

20

30

40

50

に基づいて、第2の光学系位置情報保持部330に保持された第2の光学系位置情報を補正して(S315)、工程を終了する。なお、本実施の形態では、上述したステップS301からS315を記述したプログラムをコンピュータに実行させてもよい。

【0192】

以上説明したように、本実施の形態においては、動きベクトル388aから388dを利用して第2の光学系位置情報を補正することができる。

【0193】

また、本実施の形態においては、画像領域386aから386dにおける動きベクトル388aから388dを容易に抽出することができる。

【0194】

また、本実施の形態においては、分割マーカ307を利用して平面投影画像を正確に分割することができる。

(第4の実施の形態)

【0195】

図29から図38は、本発明に係るカメラ補正装置の第4の実施の形態を示す図である。

【0196】

まず、本実施の形態に係るカメラ補正装置の構成について説明する。

【0197】

図29から図31において、カメラ補正装置400は、撮像装置としてのカメラ410に接続されるようになっている。カメラ410は、筐体411と筐体411に支持された光学系412とを有しており、光学系412を介して画像情報を取得するようになっている。

【0198】

カメラ補正装置400は、第1の座標系401に対する筐体411の位置を示す第1の筐体位置情報を保持する第1の筐体位置情報保持部415と、第2の座標系402に対する筐体411の位置を示す第2の筐体位置情報を保持する第2の筐体位置情報保持部416と、第1の座標系401に対する校正マーカ405の位置を示す校正マーカ位置情報を保持する校正マーカ位置情報保持部425と、第2の座標系402に対する車両408の一部、例えば、車体の後部に設けられたバンパー部409の位置を示す車体位置情報を保持する車体位置情報保持部426とを備えている。

【0199】

第1の座標系401は、カメラ生産工場などの第1の作業場所に設けられている。第1の座標系401には、 $X_1$ 軸、 $Y_1$ 軸、 $Z_1$ 軸が設けられ、第1の作業場所に設置されたカメラ410の校正を行うための校正マーカ405が配置されている。校正マーカ405は、3次元に配列された複数の点によって構成されており、それぞれの点は、第1の座標系401に対して所定の位置に配置されている。また、校正マーカ405は、第1の作業場所に設置されたカメラ410の視野範囲を覆うように配置されている。

【0200】

第2の座標系402は、車両生産工場などの第2の作業場所に設けられている。第2の座標系402には、 $X_2$ 軸、 $Y_2$ 軸、 $Z_2$ 軸が設けられ、第2の座標系402の $X_2$   $Y_2$ 平面は、車両408が設置される路面402aを構成している。路面402aには、補正板406が配置されている。補正板406は、単一色であって、明度、色度、彩度が車両408の色と異なる色に塗装されており、車両408の下に敷設されている。

【0201】

カメラ補正装置400は、第1の作業場所においてカメラ410の校正を行うようになっている。カメラ410は、第1の座標系401に対して所定の位置に配置されており、このときの筐体411の位置を示す第1の筐体位置情報が、第1の筐体位置情報保持部415に保持されるようになっている。ここで、カメラ410の校正とは、カメラ410が第2の作業場所において車両408に設置されたときの光学系412の位置を算出する動作である。

10

20

30

40

50

## 【0202】

カメラ補正装置400によって校正されたカメラ410は、第2の作業場所において車両408に設置されるようになっている。カメラ410は、第2の座標系402に対して所定の位置に配置されており、このときの筐体411の位置を示す第2の筐体位置情報が、第2の筐体位置情報保持部416に保持されるようになっている。ここで、第2の筐体位置情報は、筐体411が車両408に対して正確な位置に設置された場合の筐体411の位置を示している。

## 【0203】

また、カメラ補正装置400は、第1の座標系401に対する光学系412の位置を示す第1の光学系位置情報を生成する第1の光学系位置情報生成部417と、第1の光学系位置情報生成部417によって生成された第1の光学系位置情報を保持する第1の光学系位置情報保持部418とを備えている。

10

## 【0204】

第1の光学系位置情報生成部417は、カメラ410によって取得された校正マーカ405の画像情報に基づいて、校正マーカ位置情報保持部425に保持された校正マーカ位置情報から、第1の座標系401に対する光学系412の位置を算出するようになっている。ここで、光学系412の位置とは、光学系412の光学中心および光軸の位置を含むものである。第1の座標系401に対する光学系412の位置を算出する方法としては、文献1に記載された方法を用いることができる。

## 【0205】

また、カメラ補正装置400は、第2の座標系402に対する光学系412の位置を示す第2の光学系位置情報を生成する第2の光学系位置情報生成部420と、第2の光学系位置情報生成部420によって生成された第2の光学系位置情報を保持する第2の光学系位置情報保持部430とを備えている。

20

## 【0206】

第2の光学系位置情報生成部420は、第1の筐体位置情報保持部415に保持された第1の筐体位置情報および第1の光学系位置情報保持部418に保持された第1の光学系位置情報に基づいて、第2の筐体位置情報保持部416に保持された第2の筐体位置情報から、第2の座標系402に対する光学系412の位置を算出するようになっている。

## 【0207】

第2の光学系位置情報生成部420は、第1の実施の形態における第2の光学系位置情報生成部120と同様の方法によって第2の座標系402に対する光学系412の位置を算出するようになっている。

30

## 【0208】

第2の作業場所において車両408に設置されたカメラ410には、図32に示すように、第2の光学系位置情報を基準とするカメラ座標系413が構成されている。カメラ座標系413には、x軸、y軸、z軸が設けられ、カメラ座標系413の原点は、光学系412の光学中心と一致するようになっている。カメラ座標系413のx軸は、カメラ410の左右方向に設けられ、カメラ座標系413のy軸は、カメラ410の上下方向に設けられ、カメラ座標系413のz軸は、光学系412の光軸と一致するように設けられている。

40

## 【0209】

また、カメラ座標系413の原点からz軸方向に焦点距離fだけ離隔した平面には、画像座標系414が構成されている。画像座標系414には、p軸、q軸が設けられている。路面402a上の点Pは、光学系412を介して画像座標系414の結像位置P'に結像するようになっている。カメラ410は、光学系412を介して画像座標系414に結像した画像を画像情報として取得するようになっている。

## 【0210】

また、カメラ補正装置400は、カメラ410の画像座標系414に対するバンパー部409の予測位置情報を生成する予測位置情報生成部440と、予測位置情報生成部440

50

によって生成された予測位置情報を保持する予測位置情報保持部 450 とを備えている。

【0211】

予測位置情報生成部 440 は、第 2 の光学系位置情報生成部 420 によって生成された第 2 の光学系位置情報に基づいて、車体位置情報保持部 426 に保持された車体位置情報から、カメラ 410 の画像座標系 414 に対するバンパー部 409 の予測位置を算出するようになっている。カメラ 410 の画像座標系 414 に対するバンパー部 409 の予測位置を算出する方法としては、上記の文献 1 に記載された方法を用いることができる。

【0212】

第 2 の座標系 102 に設置された車両 408 のバンパー部 409 は、図 33 に示すように、光学系 412 を介して画像座標系 414 の結像位置  $P'$  に結像するようになっている。ここで、結像位置  $P'$  は、筐体 411 が車両 408 に対して正確な位置、即ち、第 2 の筐体位置情報に含まれる位置に設置され、第 2 の光学系位置情報に誤差が生じていない場合、予測位置情報生成部 440 によって算出された予測位置  $P$  と一致するようになっている。しかしながら、実際には、筐体 411 が車両 408 に対して不正確な位置に設置され、第 2 の光学系位置情報に誤差が生じることにより、画像座標系 414 における結像位置  $P'$  は、予測位置  $P$  から離隔している。

10

【0213】

このような第 2 の光学系位置情報の誤差を補正するため、カメラ補正装置 400 は、第 2 の光学系位置情報保持部 430 に保持された第 2 の光学系位置情報を補正する補正部 460 を備えている。

20

【0214】

補正部 460 は、カメラ 410 によって取得されたバンパー部 409 の画像情報および予測位置情報保持部 450 に保持された予測位置情報に基づいて、第 2 の光学系位置情報保持部 430 に保持された第 2 の光学系位置情報を補正するようになっている。

【0215】

補正部 460 は、カメラ 410 によって取得されたバンパー部 409 の画像情報から、カメラ 410 の画像座標系 414 に対するバンパー部 409 の結像位置情報を抽出する結像位置情報抽出部 470 と、結像位置情報抽出部 470 によって抽出された結像位置情報および予測位置情報保持部 450 に保持された予測位置情報に基づいて、第 2 の光学系位置情報保持部 430 に保持された第 2 の光学系位置情報の補正量を算出する補正量算出部 480 と、補正量算出部 480 によって算出された補正量に基づいて、第 2 の光学系位置情報保持部 430 に保持された第 2 の光学系位置情報を補正する光学系位置情報補正部 490 とを有している。

30

【0216】

補正量算出部 480 は、結像位置情報に含まれるバンパー部 409 の輪郭線と予測位置情報に含まれるバンパー部 409 の輪郭線とを重ね合わせるマッチング部 481 と、マッチング部 481 によって重ね合わされたバンパー部 409 の輪郭線から複数の点、例えば、両端の点を抽出する抽出部 482 と、結像位置情報に含まれる点と予測位置情報に含まれる点とを比較することにより第 2 の光学系位置情報の補正量を算出する演算部 483 とを有している。

40

【0217】

マッチング部 481 は、予測位置情報に含まれるバンパー部 409 の輪郭線  $P$  (図 34 (a) 参照) に対して、結像位置情報に含まれるバンパー部 409 の輪郭線  $P'$  (図 34 (b) 参照) を、移動させたり回転させたりすることにより、重ね合わせるようになっている (図 34 (c) 参照)。

【0218】

抽出部 482 は、図 35 (a) に示すように、マッチング部 481 によって重ね合わされたバンパー部 409 の輪郭線  $P$ 、 $P'$  から、輪郭線  $P$ 、 $P'$  が重なった部分の両端の点 ( $P_1$ 、 $P_2$ )、( $P_1'$ 、 $P_2'$ ) を抽出するようになっている。

【0219】

50



演算部 483 は、予測位置情報に含まれる点 ( $P_1$ ,  $P_2$ ) (図 35 (b) 参照) と、結像位置情報に含まれる点 ( $P_1'$ ,  $P_2'$ ) (図 35 (c) 参照) とを比較することにより、第 1 の実施の形態における補正量算出部 180 と同様の方法によって第 2 の光学系位置情報の補正量を算出するようになっている。

【0220】

このように構成されたカメラ補正装置 400 は、図 36 に示すように、カメラ 410 を調整するためのコンピュータ 491、カメラ 410 を制御する撮像制御装置としての ECU 492 などによって実現されている。

【0221】

コンピュータ 491 は、CPU、RAM、ROM、入出力インターフェイスなどによって構成されており、図 36 (a) に示すように、第 1 の作業場所においてカメラ 410 に接続されるようになっている。なお、本実施の形態において、コンピュータ 491 は、上述した第 1 の筐体位置情報保持部 415、第 2 の筐体位置情報保持部 416、第 1 の光学系位置情報生成部 417、第 1 の光学系位置情報保持部 418、第 2 の光学系位置情報生成部 420、校正マーカ位置情報保持部 425、車体位置情報保持部 426、第 2 の光学系位置情報保持部 430、予測位置情報生成部 440 および予測位置情報保持部 450 を構成している。

【0222】

ECU 492 は、CPU、RAM、ROM、入出力インターフェイスなどによって構成されており、図 36 (c) に示すように、第 2 の作業場所においてカメラ 410 に接続され、車両 408 に搭載されるようになっている。なお、本実施の形態において、ECU 492 は、上述した第 2 の光学系位置情報保持部 430、予測位置情報保持部 450 および補正部 460 を構成している。

【0223】

第 1 の作業場所から第 2 の作業場所には、図 36 (b) に示すように、CD-ROM、磁気ディスクなどの記録媒体 493 が添付されたカメラ 410 が搬送されるようになっている。記録媒体 493 には、第 2 の光学系位置情報および予測位置情報が記録されており、第 2 の光学系位置情報および予測位置情報をコンピュータ 491 から ECU 492 に移送するために用いられるようになっている。

【0224】

なお、本実施の形態では、第 1 の作業場所から第 2 の作業場所には、カメラ 410 および記録媒体 493 が搬送されるようになっているが、図 37 に示すように、カメラ 410、第 2 の光学系位置情報保持部 430、予測位置情報保持部 450 および補正部 460 によって構成されたカメラユニット 494 が搬送されるように構成してもよい。

【0225】

次に、本実施の形態に係るカメラ補正装置の動作について説明する。

【0226】

図 38 において、カメラ補正装置 400 は、次の工程で第 2 の光学系位置情報を補正する。

【0227】

まず、カメラ 410 が、第 1 の作業場所に設置され、第 1 の座標系 401 に対して所定の位置に配置される (S401)。そして、第 1 の筐体位置情報、第 2 の筐体位置情報、校正マーカ位置情報および車体位置情報が、第 1 の筐体位置情報保持部 415、第 2 の筐体位置情報保持部 416、校正マーカ位置情報保持部 425 および車体位置情報保持部 426 にそれぞれ保持される (S402)。ここで、第 1 の筐体位置情報、第 2 の筐体位置情報、校正マーカ位置情報および車体位置情報は、測定器によって測定された位置、設計において設定された位置などを基にして取得される。

【0228】

次に、カメラ 410 によって校正マーカ 405 が撮影され (S403)、第 1 の光学系位置情報生成部 417 が、カメラ 410 によって取得された校正マーカ 405 の画像情報に

10

20

30

40

50

基づいて、校正マーカ位置情報保持部 425 に保持された校正マーカ位置情報から、第 1 の光学系位置情報を生成する (S404)。そして、第 1 の光学系位置情報生成部 417 によって生成された第 1 の光学系位置情報が、第 1 の光学系位置情報保持部 418 に保持される (S405)。

【0229】

次に、第 2 の光学系位置情報生成部 420 が、第 1 の筐体位置情報保持部 415 に保持された第 1 の筐体位置情報および第 1 の光学系位置情報保持部 418 に保持された第 1 の光学系位置情報に基づいて、第 2 の筐体位置情報保持部 416 に保持された第 2 の筐体位置情報から、第 2 の光学系位置情報を生成する (S406)。そして、第 2 の光学系位置情報生成部 420 によって生成された第 2 の光学系位置情報が、第 2 の光学系位置情報保持部 430 に保持される (S407)。

10

【0230】

次に、予測位置情報生成部 440 が、第 2 の光学系位置情報生成部 420 によって生成された第 2 の光学系位置情報に基づいて、車体位置情報保持部 426 に保持された車体位置情報から、カメラ 410 の画像座標系 414 に対するバンパー部 409 の予測位置情報を生成する (S408)。そして、予測位置情報生成部 440 によって生成された予測位置情報が、予測位置情報保持部 450 に保持される (S409)。

【0231】

次に、カメラ 410 および記録媒体 493 が、第 1 の作業場所から第 2 の作業場所に搬送される。そして、カメラ 410 が、第 2 の作業場所において車両 408 に設置され、第 2 の座標系 402 に対して所定の位置に配置される (S410)。

20

【0232】

次に、カメラ 410 によって補正板 406 を背景にしてバンパー部 409 が撮影され (S411)、結像位置情報抽出部 470 が、図 33 に示すように、カメラ 410 によって取得されたバンパー部 409 の画像情報から、カメラ 410 の画像座標系 414 に対するバンパー部 409 の結像位置情報を抽出する (S412)。

【0233】

次に、マッチング部 481 が、図 34 に示すように、予測位置情報に含まれるバンパー部 409 の輪郭線 P に対して、結像位置情報に含まれるバンパー部 409 の輪郭線 P' を重ね合わせる (S413)。

30

【0234】

次に、図 35 に示すように、抽出部 482 が、バンパー部 409 の輪郭線 P、P' から、輪郭線 P、P' が重なった部分の両端の点 ( $P_1$ ,  $P_2$ )、( $P_1'$ ,  $P_2'$ ) を抽出する (S414)。そして、演算部 483 が、予測位置情報に含まれる点 ( $P_1$ ,  $P_2$ ) と、結像位置情報に含まれる点 ( $P_1'$ ,  $P_2'$ ) とを比較することにより、第 2 の光学系位置情報の補正量を算出する (S415)。

【0235】

そして、光学系位置情報補正部 490 が、補正量算出部 480 によって算出された補正量に基づいて、第 2 の光学系位置情報保持部 430 に保持された第 2 の光学系位置情報を補正して (S416)、工程を終了する。なお、本実施の形態では、上述したステップ S401 から S416 を記述したプログラムをコンピュータに実行させてもよい。

40

【0236】

以上説明したように、本実施の形態においては、車両 408 などに設置されたカメラ 410 の光学系 412 のパラメータを補正することができ、路面上の対象物の位置を正確に検出することができる。

【0237】

また、本実施の形態においては、バンパー部 409 を利用して第 2 の光学系位置情報を補正することができる。

【0238】

また、本実施の形態においては、バンパー部 409 の輪郭線から点を抽出することができ

50

、第2の光学系位置情報の補正量を確実に算出することができる。

【0239】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明によれば、車両などに設置されたカメラの光学系のパラメータを補正することができるカメラ補正装置を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施の形態に係るカメラ補正装置および撮像装置としてのカメラを示すブロック図

【図2】図1に示されたカメラが設置された第1の座標系を示す斜視図

【図3】図1に示されたカメラが設置された第2の座標系を示す斜視図

10

【図4】図1に示されたカメラの座標系を示す斜視図

【図5】図1に示されたカメラの画像座標系を示す平面図

【図6】図1に示されたカメラの平行移動を示す斜視図

【図7】図1に示されたカメラの回転動作を示す斜視図

【図8】図1に示されたカメラの平行移動を示す側面図

【図9】図1に示されたカメラの回転動作を示す側面図

【図10】図1に示されたカメラ補正装置の結像位置情報抽出部を示すブロック図

【図11】図1に示されたカメラ補正装置を実現するためのコンピュータおよびECUを示すブロック図

【図12】図1に示されたカメラ補正装置のカメラユニットを示すブロック図

20

【図13】図1に示されたカメラ補正装置の補正動作を示すフローチャート

【図14】本発明の第2の実施の形態に係るカメラ補正装置および撮像装置としてのカメラを示すブロック図

【図15】図14に示されたカメラの画像座標系を示す平面図

【図16】図14に示されたカメラ補正装置の補正動作を示すフローチャート

【図17】本発明の第3の実施の形態に係るカメラ補正装置および撮像装置としてのカメラを示すブロック図

【図18】図17に示されたカメラが設置された第1の座標系を示す斜視図

【図19】図17に示されたカメラが設置された第2の座標系を示す斜視図

【図20】図17に示されたカメラの座標系を示す斜視図

30

【図21】図17に示されたカメラ補正装置の仮想カメラを示す側面図

【図22】図17に示されたカメラ補正装置の補正部の動作を示す説明図

【図23】図17に示されたカメラ補正装置の補正部の動作を示す説明図

【図24】図17に示されたカメラ補正装置の補正部の動作を示す説明図

【図25】図17に示されたカメラ補正装置の補正部の動作を示す説明図

【図26】図17に示されたカメラ補正装置を実現するためのコンピュータおよびECUを示すブロック図

【図27】図17に示されたカメラ補正装置のカメラユニットを示すブロック図

【図28】図17に示されたカメラ補正装置の補正動作を示すフローチャート

【図29】本発明の第4の実施の形態に係るカメラ補正装置および撮像装置としてのカメラを示すブロック図

40

【図30】図29に示されたカメラが設置された第1の座標系を示す斜視図

【図31】図29に示されたカメラが設置された第2の座標系を示す斜視図

【図32】図29に示されたカメラの座標系を示す斜視図

【図33】図29に示されたカメラの画像座標系を示す平面図

【図34】図29に示されたカメラ補正装置の補正部の動作を示す説明図

【図35】図29に示されたカメラ補正装置の補正部の動作を示す説明図

【図36】図29に示されたカメラ補正装置を実現するためのコンピュータおよびECUを示すブロック図

【図37】図29に示されたカメラ補正装置のカメラユニットを示すブロック図

50

【図 38】図 29 に示されたカメラ補正装置の補正動作を示すフローチャート

【図 39】従来のカメラ校正装置および撮像装置としてのカメラを示すブロック図

【図 40】図 39 に示されたカメラが設置された第 1 の座標系を示す斜視図

【図 41】図 39 に示されたカメラが設置された第 2 の座標系を示す斜視図

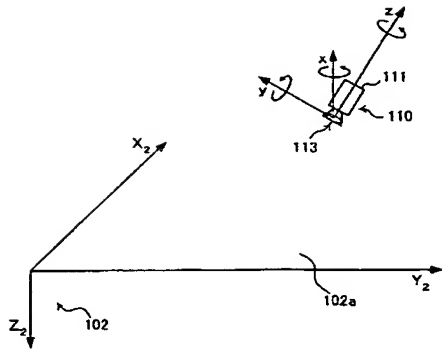
【符号の説明】

100	カメラ補正装置	
101	第 1 の座標系	
102	第 2 の座標系	
105	校正マーカ	
106	補正マーカ	10
110	カメラ（撮像装置）	
111	筐体	
112	光学系	
115	第 1 の筐体位置情報保持部（第 1 の筐体位置情報保持手段）	
116	第 2 の筐体位置情報保持部（第 2 の筐体位置情報保持手段）	
117	第 1 の光学系位置情報生成部（第 1 の光学系位置情報生成手段）	
118	第 1 の光学系位置情報保持部（第 1 の光学系位置情報保持手段）	
120	第 2 の光学系位置情報生成部（第 2 の光学系位置情報生成手段）	
130	第 2 の光学系位置情報保持部（第 2 の光学系位置情報保持手段）	
140	予測位置情報生成部（予測位置情報生成手段）	20
150	予測位置情報保持部（予測位置情報保持手段）	
160	補正部（補正手段）	
170	結像位置情報抽出部（結像位置情報抽出手段）	
171	画像情報表示部（画像情報表示手段）	
172	結像位置指定部（結像位置指定手段）	
180	補正量算出部（補正量算出手段）	
190	光学系位置情報補正部（光学系位置情報補正手段）	
200	カメラ補正装置	
260	補正部（補正手段）	
270	結像位置情報抽出部（結像位置情報抽出手段）	30
271	予測範囲情報保持部（予測範囲情報保持手段）	
272	結像位置検索部（結像位置検索手段）	
280	補正量算出部（補正量算出手段）	
290	光学系位置情報補正部（光学系位置情報補正手段）	
300	カメラ補正装置	
301	第 1 の座標系	
302	第 2 の座標系	
305	校正マーカ	
307	分割マーカ	
310	カメラ（撮像装置）	40
311	筐体	
312	光学系	
315	第 1 の筐体位置情報保持部（第 1 の筐体位置情報保持手段）	
316	第 2 の筐体位置情報保持部（第 2 の筐体位置情報保持手段）	
317	第 1 の光学系位置情報生成部（第 1 の光学系位置情報生成手段）	
318	第 1 の光学系位置情報保持部（第 1 の光学系位置情報保持手段）	
320	第 2 の光学系位置情報生成部（第 2 の光学系位置情報生成手段）	
330	第 2 の光学系位置情報保持部（第 2 の光学系位置情報保持手段）	
360	補正部（補正手段）	
361	平面投影画像生成部（平面投影画像生成手段）	50

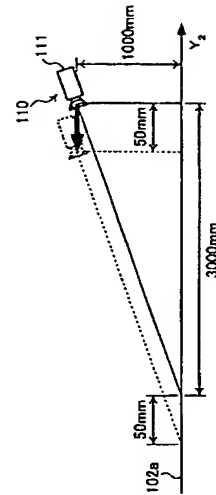
3 6 2	平面投影画像分割部（平面投影画像分割手段）	
3 6 3	動きベクトル抽出部（動きベクトル抽出手段）	
3 6 4	補正量算出部（補正量算出手段）	
3 6 5	光学系位置情報補正部（光学系位置情報補正手段）	
3 8 6 a、3 8 6 b、3 8 6 c、3 8 6 d	画像領域	
3 8 8 a、3 8 8 b、3 8 8 c、3 8 8 d	動きベクトル	
4 0 0	カメラ補正装置	
4 0 1	第 1 の座標系	
4 0 2	第 2 の座標系	
4 0 5	校正マーカ	10
4 0 6	補正板	
4 0 8	車両	
4 1 0	カメラ（撮像装置）	
4 1 1	筐体	
4 1 2	光学系	
4 1 5	第 1 の筐体位置情報保持部（第 1 の筐体位置情報保持手段）	
4 1 6	第 2 の筐体位置情報保持部（第 2 の筐体位置情報保持手段）	
4 1 7	第 1 の光学系位置情報生成部（第 1 の光学系位置情報生成手段）	
4 1 8	第 1 の光学系位置情報保持部（第 1 の光学系位置情報保持手段）	
4 2 0	第 2 の光学系位置情報生成部（第 2 の光学系位置情報生成手段）	20
4 3 0	第 2 の光学系位置情報保持部（第 2 の光学系位置情報保持手段）	
4 4 0	予測位置情報生成部（予測位置情報生成手段）	
4 5 0	予測位置情報保持部（予測位置情報保持手段）	
4 6 0	補正部（補正手段）	
4 7 0	結像位置情報抽出部（結像位置情報抽出手段）	
4 8 0	補正量算出部（補正量算出手段）	
4 8 1	マッチング部（マッチング手段）	
4 8 2	抽出部（抽出手段）	
4 8 3	演算部（演算手段）	
4 9 0	光学系位置情報補正部（光学系位置情報補正手段）	30



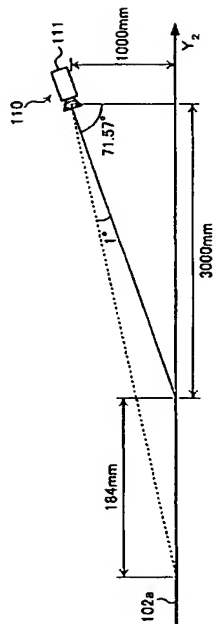
【図 7】



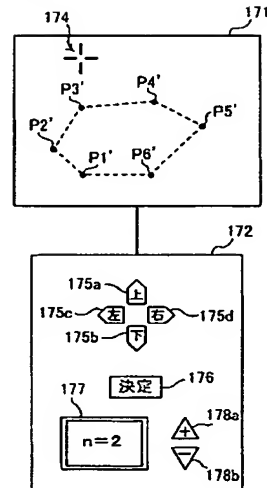
【図 8】



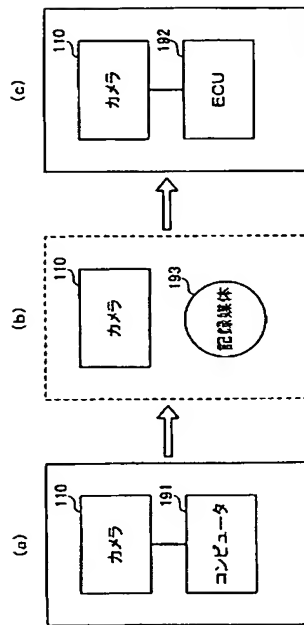
【図 9】



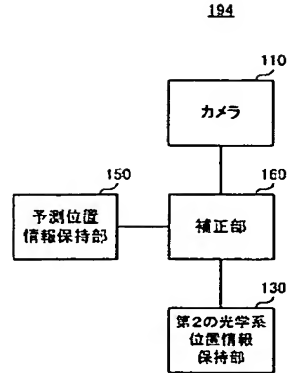
【図 10】



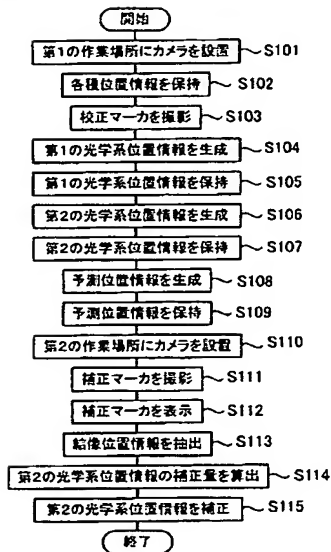
【 図 1 1 】



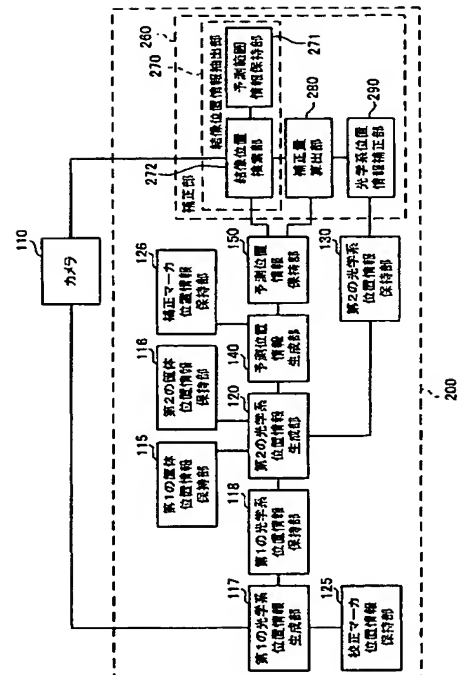
【图 1 2】



【 ☒ 1 3 】

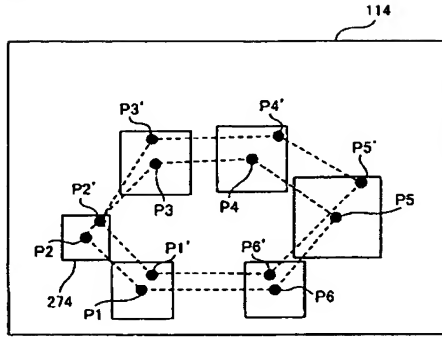


【图 14】

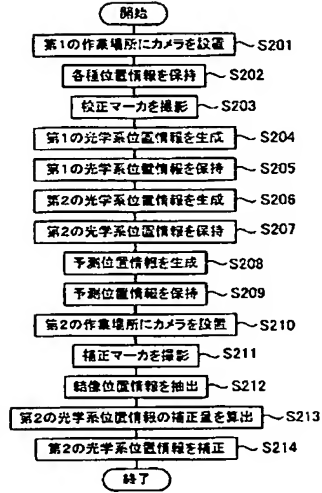




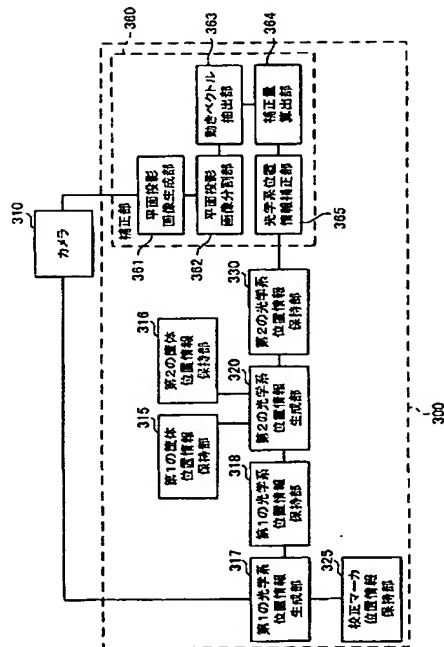
【図15】



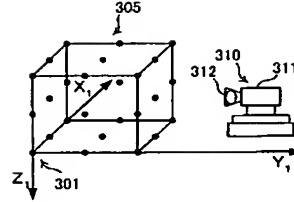
【図16】



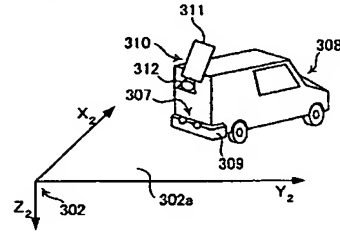
【図17】



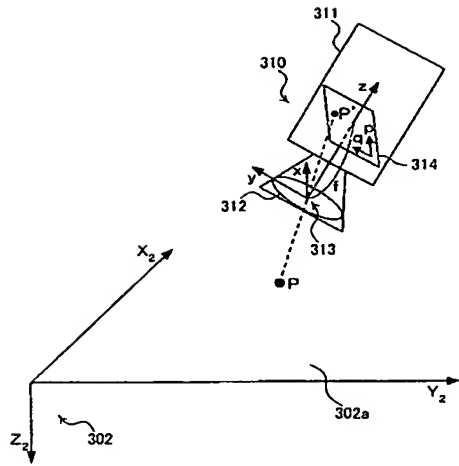
【図18】



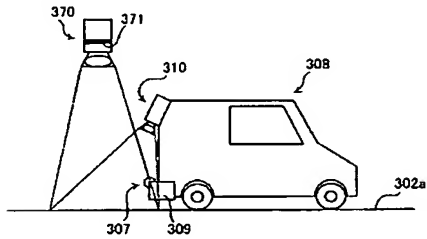
【図19】



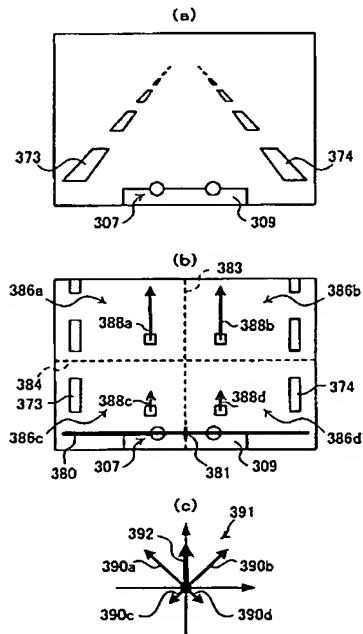
【図 20】



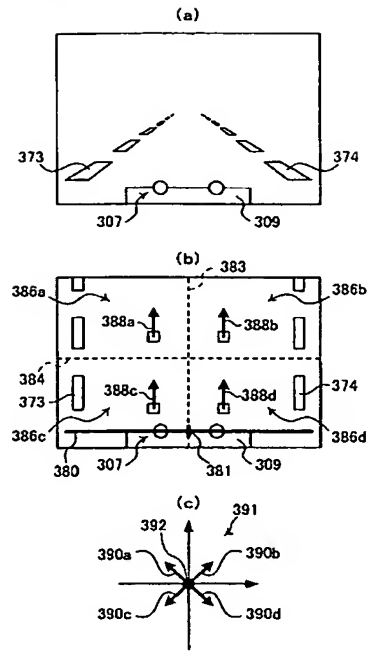
【図 21】



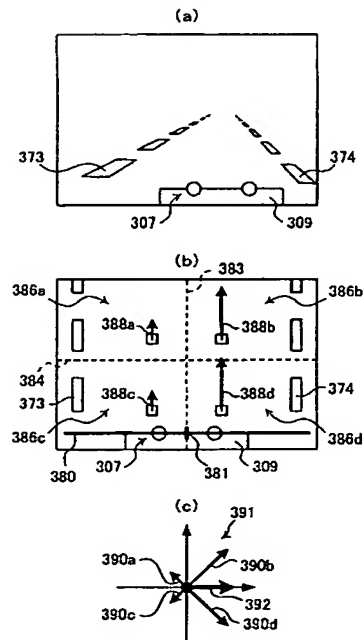
【図 23】



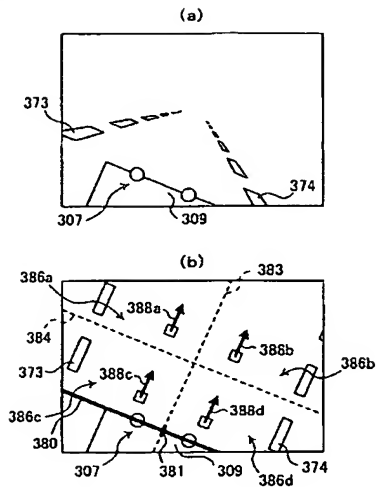
【図 22】



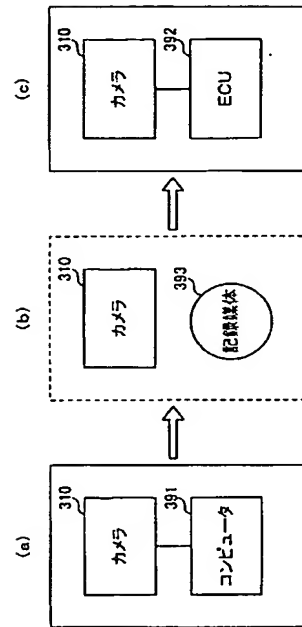
【図 24】



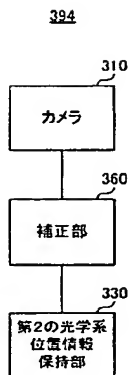
【図25】



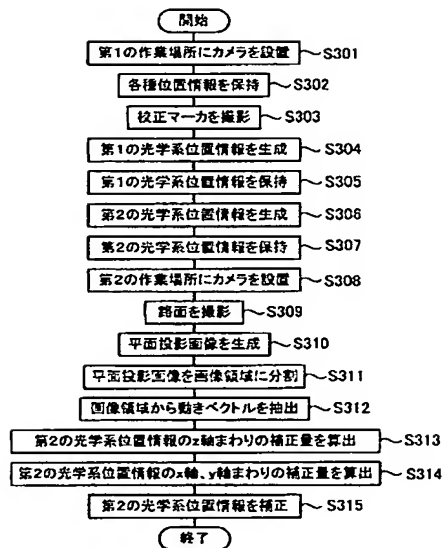
【図26】



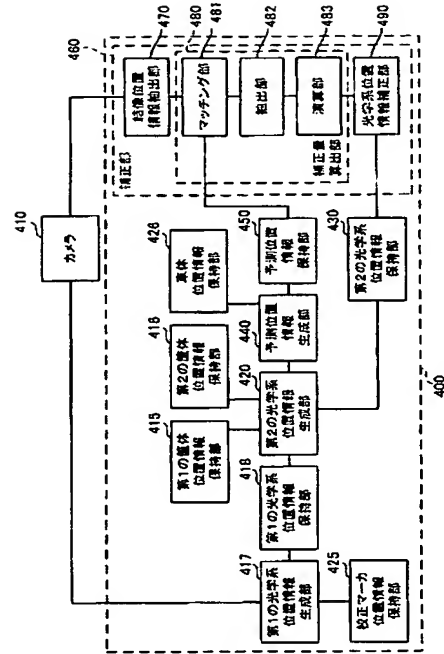
【図27】



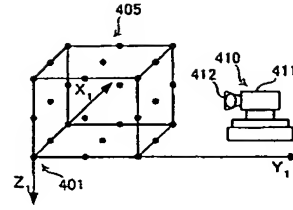
【図28】



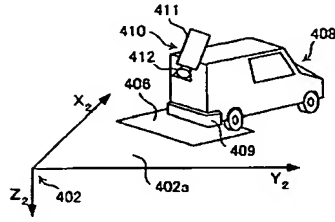
【図29】



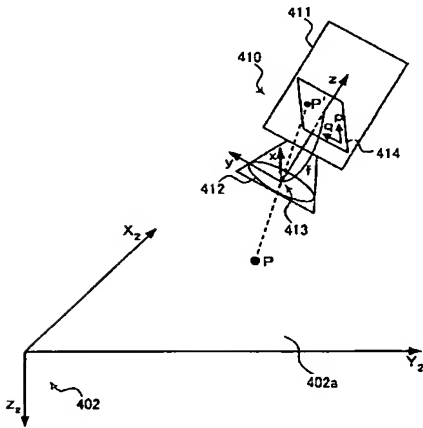
【図30】



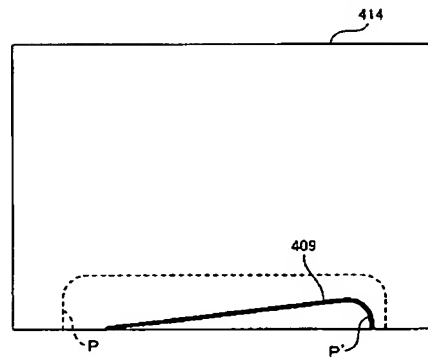
【図31】



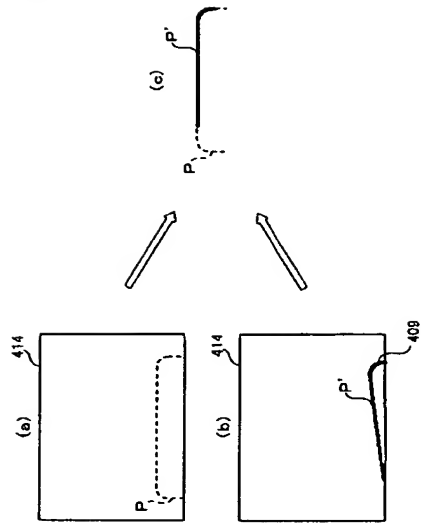
【図32】



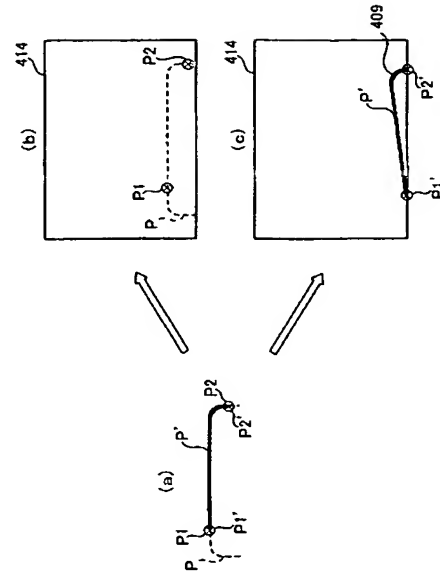
【図33】



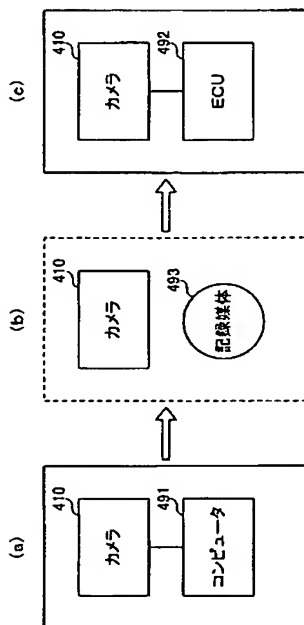
【図 3 4】



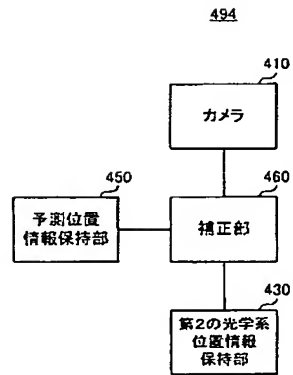
【図 3 5】



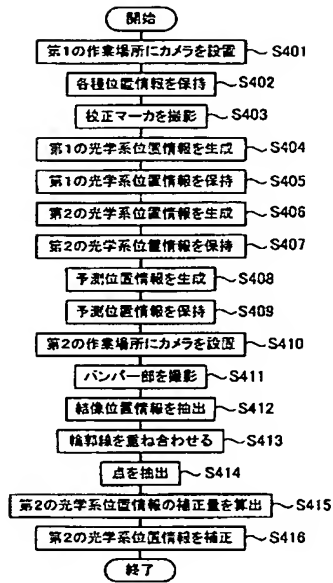
【図 3 6】



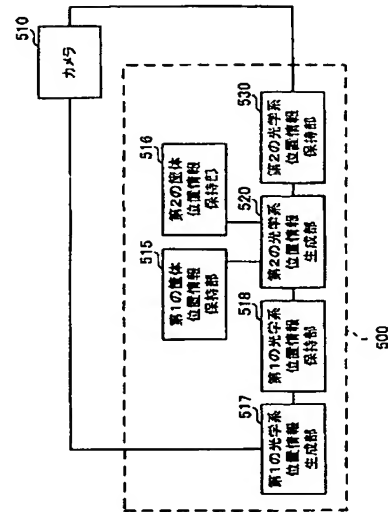
【図 3 7】



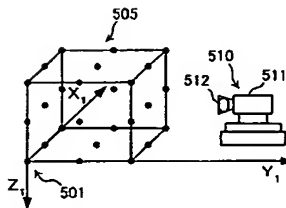
【図 38】



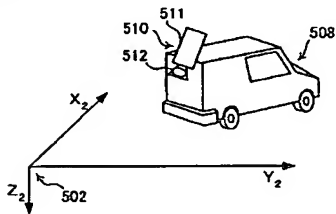
【図 39】



【図 40】



【図 41】



---

フロントページの続き

(72)発明者 増田 悟

大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 松下電器産業株式会社内

F ターム(参考) 2F065 AA01 BB27 CC11 FF04 JJ03 JJ19 JJ26 QQ41

5C022 AA04 AB11 AB51 AC51

5C054 AA02 CC02 CD03 CE01 CE11 CF05 CG02 CH03 EA01 FC12

HA30